

Titre: Effets des paramètres d'échantillonnage sur la représentativité de
Title: la caractérisation des eaux usées

Auteur: Marie Ferland
Author:

Date: 2014

Type: Mémoire ou thèse / Dissertation or Thesis

Référence: Ferland, M. (2014). Effets des paramètres d'échantillonnage sur la
Citation: représentativité de la caractérisation des eaux usées [Mémoire de maîtrise, École
Polytechnique de Montréal]. PolyPublie. <https://publications.polymtl.ca/1424/>

 **Document en libre accès dans PolyPublie**
Open Access document in PolyPublie

URL de PolyPublie: <https://publications.polymtl.ca/1424/>
PolyPublie URL:

**Directeurs de
recherche:** Yves Comeau
Advisors:

Programme: Génie civil
Program:

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL

EFFETS DES PARAMÈTRES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LA
REPRÉSENTATIVITÉ DE LA CARACTÉRISATION DES EAUX USÉES

MARIE FERLAND

DÉPARTEMENT DES GÉNIES CIVIL, GÉOLOGIQUE ET DES MINES

ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

MÉMOIRE PRÉSENTÉ EN VUE DE L'OBTENTION
DU DIPLÔME DE MAÎTRISE ÈS SCIENCES APPLIQUÉES
(GÉNIE CIVIL)

AVRIL 2014

UNIVERSITÉ DE MONTRÉAL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE DE MONTRÉAL

Ce mémoire intitulé:

EFFETS DES PARAMÈTRES D'ÉCHANTILLONNAGE SUR LA
REPRÉSENTATIVITÉ DE LA CARACTÉRISATION DES EAUX USÉES

présenté par : FERLAND Marie

en vue de l'obtention du diplôme de : Maîtrise ès sciences appliquées

a été dûment accepté par le jury d'examen constitué de :

Mme PRÉVOST Michèle, Ph.D., présidente

M. COMEAU Yves, Ph.D., membre et directeur de recherche

M. VANROLLEGHEM Peter, Ph.D., membre

DÉDICACE

*À ma mère Aline et mon père Renald,
car de la rue Fleury à Du Boisé, tout est possible*

REMERCIEMENTS

Tout d'abord, un énorme merci à mon directeur de recherche M. Yves Comeau de m'avoir permis de faire ce projet. Merci Yves de m'avoir fait confiance comme technicienne de votre laboratoire CREDEAU même si je n'étais pas familière du tout avec le traitement des eaux. Il va sans dire que vous savez comment transmettre la curiosité pour ce domaine puisque j'ai décidé d'y faire une maîtrise ! Je vous remercie également pour tout votre support et votre écoute qui sont des qualités grandement appréciées.

Je remercie sincèrement les villes de Repentigny, Mont-Saint-Hilaire et Saint-Hyacinthe de m'avoir laissé travailler dans leur station d'épuration et qui par le fait même, ont rendu possible l'avancement de mon projet de recherche. L'aide des techniciens et opérateurs sur place m'a également été précieuse et m'a facilité grandement la tâche. Un grand merci à Aïcha Sekkouri-Alaoui qui m'a supporté avec patience et minutie dans la réalisation des analyses de laboratoire pendant l'été 2012.

Je suis très reconnaissante envers les partenaires John Meunier-Veolia, AnoxKaldnes-Veolia, CRSNG et EnviroSim pour la contribution financière nécessaire à la réalisation du projet de recherche ainsi que pour les suggestions utiles apportées lors des réunions.

Merci beaucoup à Marc-André Labelle qui a partagé avec générosité sa merveilleuse machine à expresso dans notre bureau mais qui m'a surtout donné de précieux conseils et idées intéressantes à intégrer dans mon projet. C'est plus stimulant encore que de la caféine. Je tiens également à remercier Majdala Mansour-Geoffrion qui en plus de m'avoir transféré une bonne dose d'énergie comme elle sait si bien le faire, m'a donné l'étincelle qui m'a entraînée à débiter ma maîtrise.

Merci également à Denis Bouchard pour les analyses de phosphore et d'azote ainsi qu'à Mélanie Bolduc pour leur support technique au laboratoire.

À tous les étudiants actuels et passés du CREDEAU, merci de votre enthousiasme, vos multiples questions, défis et discussions qui m'ont tellement appris au fil des années, en plus de rendre très agréables les longues heures passées au laboratoire. J'apprécie également nos supers parties de badminton!

Je remercie de tout mon cœur mes parents Aline et Renald qui m'ont toujours encouragée à donner le meilleur de moi-même dans mes passions et projets. Merci de m'avoir tout donné

même quand ça paraissait impossible par moment. Jade, Marie-Fay, Olivier, vous êtes mes rayons de soleil (parfois mauves!). Merci de me donner la joie de vivre et des fous rires à en avoir mal aux joues. Je vous aime. À toi aussi Maripier, pour avoir un jour dépris mon sac à main dans l'autobus jaune, c'était le début de toute ces belles années d'amitié indéfectible.

Et finalement merci à vous, Marco, Maxime, Katherine, Jacques, Annick, Dean, Nathalie, Stéphane, Éliza, Brigitte, Éric, Suzie, Vincent, Jo, Isabelle et à tous ceux qui m'ont soutenu, écouté et bien fait rire pendant ce parcours pas toujours évident mais toujours intéressant. Une mention spéciale à Pacha, qui par sa loyauté sans faille prouve qu'il est bel et bien le meilleur ami de l'homme.

Comme la vie est belle!

RÉSUMÉ

Une caractérisation adéquate de l'affluent d'eaux usées à traiter est une étape cruciale lors de la conception, de l'opération et de la mise à niveau des stations de récupération des ressources de l'eau (StaRRE). Afin de conserver l'intégrité des échantillons d'eaux usées à analyser en vue de leur caractérisation, les procédures standards indiquent plusieurs précautions à prendre lors de leur échantillonnage et leur conservation. Le non-respect de ces précautions peut entraîner une modification des composantes de l'eau usée et une perte de validité de la caractérisation des échantillons de l'eau.

Les travaux de recherche présentés ont été effectués avec comme objectif principal de déterminer l'effet de la température d'échantillonnage, de la propreté de la bouteille et du délai d'analyse sur la représentativité de la caractérisation et du fractionnement de l'eau usée. L'étude avait également comme objectifs secondaires de déterminer l'effet de l'acidification des échantillons d'eaux usées sur la conservation des composantes de la demande chimique en oxygène (DCO) et de la demande biochimique en oxygène carbonée (DBO₅C). Le dernier objectif du projet était de déterminer l'effet de la congélation sur la conservation de la DBO₅C.

Afin de réaliser l'objectif principal, l'effet des trois paramètres d'échantillonnage ont été évalués dans trois StaRRE différentes sur une période de 18 mois. Les stations de Le Gardeur, de la régie d'assainissement des eaux de la vallée du Richelieu (RAEVR) et de Saint-Hyacinthe ont été sélectionnées principalement pour leur composition différente d'affluent. Le % de charge en DBO₅C industrielle de ces affluents est de 0, 25 et 50% respectivement.

L'effet de la température d'échantillonnage a été évalué en prélevant en parallèle et simultanément les échantillons d'affluent, après dégrillage, à 4°C et 20°C sur un cycle de 24 h à l'aide d'autoéchantillonneurs. L'effet de la propreté de la bouteille a été évalué avec deux autoéchantillonneurs à 4°C, un avec une bouteille nettoyée entre chaque usage avec du détergent et l'autre avec une bouteille non nettoyée après usage. Les échantillons prélevés à 4°C et 20°C ont été analysés 1, 24, 48 et 72 h après leur prélèvement et la température d'entreposage durant le

délai correspond à celle de l'échantillonnage. Les analyses des composantes totales et filtrées de la DCO et de la DBO_5C , des matières totales et volatils en suspension (MES et MVES), de l'azote total de Kjeldahl (TKN), de phosphore total (TP), d'azote ammoniacal (S_{NH_4}) et des orthophosphates (S_{PO_4}) ont été effectuées sur chacun des échantillons prélevés.

L'effet de l'acidification de l'eau brute à un $\text{pH} < 2$ sur la conservation des composantes de DCO et de DBO_5C à 4 et 20°C a été évalué avec la réalisation de quatre campagnes d'échantillonnage à St-Hyacinthe. Les analyses ont été également effectuées 1, 24, 48 et 72 h après le prélèvement. À cette même station, l'évaluation de l'effet de la congélation sur la conservation de la DBO_5C totale et filtrée a été effectuée avec cinq campagnes d'échantillonnage et le % de récupération de la composante a été mesuré avant et après une congélation d'une semaine à -20°C.

Les résultats ont indiqué que l'entreposage de l'eau échantillonnée à une température de 20°C a causé une dégradation significative de la DCO filtrée, de la DBO_5C totale et filtrée ainsi que de S_{NH_4} et S_{PO_4} . L'utilisation d'une bouteille sale lors du prélèvement de l'eau cause seulement une faible dégradation de la DBO_5C filtrée. Le délai d'analyse agit principalement sur les fractions organiques et biodégradables de l'eau alors qu'une baisse de la $f_{\text{CSDCO_DCO}}$, et une hausse de la $f_{\text{DCO_DBO}_5}$ sont observées après un délai de seulement 24 h et à une température de conservation de 4°C et 20°C. Les MES et MVES sont également dégradés par un entreposage à 20°C pendant le délai d'analyse. Les travaux effectués ont également permis de mettre en relief la variation de l'effet des paramètres d'échantillonnages selon la composition de l'affluent testé.

L'acidification a permis de préserver totalement la concentration en DCO des échantillons et ce, peu importe la température d'entreposage durant le délai d'analyse. La DBO_5C des échantillons acidifiés est préservée lors de leur entreposage à 4°C alors qu'une dégradation est observée après un délai d'analyse de 48 h et une température d'entreposage de 20°C. La congélation de l'échantillon provoque une certaine dégradation de la DBO_5C .

Les résultats obtenus sont utiles afin de mieux comprendre l'impact des paramètres d'échantillonnage sur la caractérisation des eaux usées. Les effets observés sur les différentes fractions soulignent l'importance d'être minutieux et soucieux des recommandations reliées aux méthodes d'échantillonnage. Peu d'études se sont précédemment penchées sur l'effet de paramètres précis d'échantillonnage sur autant de composantes des eaux usées.

La réalisation de plusieurs autres campagnes d'échantillonnage à une StaRRE donnée a été recommandée afin de réduire les incertitudes reliées à la variabilité de la composition des affluents entre les essais. Des recommandations ont été apportées quant à la réalisation d'essais futurs permettant de confirmer les résultats obtenus. Les procédures d'échantillonnage et de conservation d'échantillons à considérer plus particulièrement dans les StaRRE ont été soulignées.

ABSTRACT

An adequate characterization of the influent wastewater to be treated is a crucial step in the design, operation and upgrading of Water Resource Recovery Facilities (WRRFs). Standard procedures indicate several precautions to consider in the sampling and preservation of wastewater samples for maintaining the integrity of their components. Failure to observe these precautions may result in a change in the wastewater components and a loss of validity of the characterization of water samples.

The research presented was conducted with the primary objective to determine the effect of the sampling temperature, bottle cleanliness and analysis delay on the validity of the wastewater characterization and fractionation. The study also had secondary objectives that were to determine the effect of acidification of wastewater samples on the preservation of chemical oxygen demand (COD) and carbonaceous biochemical oxygen demand (CBOD₅) fractions. The final objective of the project was to determine the effect of freezing on the preservation of CBOD₅.

To achieve the main objective, the effect of the three sampling parameters was evaluated in three different WRRFs over a period of 18 months. WRRFs of Le Gardeur, la Régie d'Assainissement des Eaux de la Vallée du Richelieu (RAEVR) and Saint-Hyacinthe were selected primarily for their different influent composition. The influent % industrial CBOD₅ load is 0, 25 and 50 %, respectively.

The effect of sampling temperature was evaluated by taking influent samples in parallel and simultaneously after screening at 4°C and 20°C on a 24 hour cycle using automatic samplers (autosamplers). The effect of bottle cleanliness was evaluated with two autosamplers running at 4°C, one with a bottle cleaned after each use with detergent and one with a dirty bottle from the previous sampling. The wastewaters sampled at 4°C and 20°C were analyzed 1, 24, 48 and 72 h after collection and the storage temperature during the period corresponded with the sampling temperature. Analyzes of total and filtered COD and CBOD₅, total and volatile suspended solids (TSS and VSS), total Kjeldahl nitrogen (TKN), total phosphorus (TP), ammonia nitrogen (S_{NH4}) and reactive phosphorus (S_{PO4}) were performed on each of the samples.

The effect of acidification of the wastewater to a $\text{pH} < 2$ on the conservation of COD and CBOD_5 at 4 and 20°C was evaluated with four sampling campaigns at the St-Hyacinthe WRRF. Analyses were also performed 1, 24, 48 and 72 h after collection. In this same plant, the evaluation of the effect of freezing on the conservation of the total and filtered CBOD_5 was carried out with five sampling campaigns and the % recovery of the component was measured before and after freezing wastewater for a week at -20°C.

Results showed that storing sampled wastewater at 20°C caused a significant degradation of filtered COD, total and filtered CBOD_5 as well as S_{NH_4} . A small degradation of filtered CBOD_5 caused by using of a dirty bottle during sampling is observed. Analysis delay is primarily affecting organic and biodegradable fractions of wastewater while a decrease $f_{\text{CSCOD_COD}}$, and an increase in $f_{\text{COD_BOD}_5}$ is observed after a delay of only 24 h and a storage temperature of 4°C and 20°C. TSS and VSS are also degraded by storage at 20°C. This work also highlighted the variation of the effect of sampling parameters on the composition of the influent tested.

Acidification preserved fully the COD concentration regardless of the sample storage temperature and analysis delay. CBOD_5 of acidified samples is preserved during storage at 4°C but degradation is observed after a 48 h delay and 20°C storage temperature. Freezing samples at -20°C results in the degradation of the CBOD_5 fractions.

The results obtained are useful to better understand the impact of sampling parameters on wastewater characterization. The observed effects on the different fractions emphasise the importance of being careful regarding the recommendations related to sampling methods. Few studies have previously examined the effect of specific sampling parameters on many wastewater components.

Conducting several other sampling campaigns at a given WRRF was recommended to reduce the uncertainties related to the variability of influent composition between tests. Recommendations were made regarding conducting future tests to strengthen the results reported in this study. Sample sampling and preservation precautions that need to be considered during WRRF operation were highlighted.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACE.....	III
REMERCIEMENTS	IV
RÉSUMÉ.....	VI
ABSTRACT	IX
TABLE DES MATIÈRES	XI
LISTE DES TABLEAUX.....	XIV
LISTE DES FIGURES.....	XVII
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS	XX
LISTE DES ANNEXES	XXVI
CHAPITRE 1 INTRODUCTION.....	XXIV
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectifs	2
1.2.1 Hypothèses scientifiques originales	3
CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE	5
2.1 Fractionnement des eaux usées	5
2.1.1 Matières particulaire, colloïdale et soluble	5
2.1.2 Composantes de la DCO	6
2.1.3 Composantes de l'azote et du phosphore	8
2.1.4 Fractions typiques des eaux usées.....	9
2.1.5 Modélisation et mise à niveau des StaRRE.....	10
2.2 Métabolisme microbien.....	10
2.2.1 Conditions de croissance.....	11
2.2.2 Utilisation de la matière organique	12
2.3 Méthodes d'échantillonnage	13

2.3.1	Prélèvement des échantillons	13
2.3.2	Conservation des échantillons	15
2.4	Méthodes d'analyses	17
2.4.1	Validation des données d'analyses.....	17
2.4.2	Contrôle de la qualité	18
CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE		21
3.1	Sélections des stations	21
3.1.1	Caractéristiques des stations sélectionnées	21
3.1.2	Composition des affluents	22
3.2	Traitement des échantillons.....	23
3.2.1	Prélèvement des échantillons	23
3.2.2	Conservation des échantillons	25
3.3	Paramètres d'échantillonnage et de conservation	26
3.3.1	Effet de la température d'échantillonnage	26
3.3.2	Effet de la propreté du contenant d'échantillonnage.....	26
3.3.3	Effet du délai d'analyse	27
3.3.4	Conservation de la DBO ₅ C	28
3.4	Programme d'échantillonnage.....	29
3.5	Analyses de laboratoire	30
3.5.1	Évaluation des fractions X, C ₁ S, CS et S	30
3.5.2	Évaluation des fractions de la DCO	31
3.5.3	Évaluation des composantes de la DBO ₅ C	31
3.5.4	Évaluation des fractions de l'azote et du phosphore	32
3.6	Validation des données.....	33
3.6.1	Contrôle de la qualité	33

3.6.2	Comparaison des autoéchantillonneurs	33
3.7	Évaluation des composantes X_H , XC_B , S_B et S_U	34
3.7.1	Procédure.....	34
3.7.2	Calculs des composantes X_H , XC_B , S_B et S_U	36
3.7.3	Bilan de masse.....	36
3.8	Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe	37
3.9	Analyse statistique.....	38
CHAPITRE 4	RÉSULTATS	39
4.1	Caractérisation des affluents	39
4.2	Effets des paramètres d'échantillonnage sur les composantes des eaux usées	41
4.2.1	Température d'échantillonnage.....	41
4.2.2	Propreté de la bouteille.....	44
4.2.3	Délai d'analyse.....	46
4.3	Effets des paramètres d'échantillonnage sur les fractions des eaux usées	52
4.3.1	Température d'échantillonnage.....	53
4.3.2	Propreté de la bouteille.....	55
4.3.3	Délai d'analyse.....	57
4.4	Effet des méthodes de conservation de l'échantillon	62
4.4.1	Acidification.....	62
4.4.2	Congélation	66
4.5	Évaluation des fractions X_H , XC_B , S_B et S_U	67
4.6	Validation des données.....	69
4.6.1	Comparaison des autoéchantillonneurs	69
4.6.2	Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe	70
CHAPITRE 5	DISCUSSION	72

5.1	Validation des résultats	72
5.1.1	Analyse des données de laboratoire	72
5.1.1.1	Validité des analyses de la DBO_5C	72
5.1.1.2	Écarts mesurés entre les essais	73
5.1.2	Comparaison des autoéchantillonneurs	74
5.2	Synthèse des résultats	75
5.3	Effet sur le fractionnement des eaux usées	78
5.3.1	Température d'échantillonnage	78
5.3.2	Propreté de la bouteille	82
5.3.3	Délai d'analyse	84
5.4	Effet selon l'affluent testé	86
5.5	Effet de la conservation de l'échantillon	88
5.5.1	Acidification	88
5.5.2	Congélation	89
5.6	Données de suivi d'opération de la StaRRE	90
5.6.1	Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe	90
5.7	Évaluation des composantes X_H , X_{C_B} , S_B et S_U	92
CHAPITRE 6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS		94
6.1	Conclusions	94
6.2	Recommandations	95
RÉFÉRENCES		98
ANNEXES		100

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1 : Valeurs typiques maximale, minimale et moyenne de ratios d’affluent d’eaux usées (Comeau et al., 2013)	9
Tableau 2-2 : Durée d’entreposage maximale et agent de conservation recommandé pour quelques paramètres de l’affluent d’eau brute (APHA et al., 2012)	16
Tableau 2-3 : Éléments de contrôle de qualité à appliquer selon le paramètre de l’affluent mesuré (APHA et al., 2012).....	20
Tableau 3-1 : Caractéristiques des StaRRE de Le Gardeur, RAEVR et Saint-Hyacinthe	22
Tableau 3-2 : Caractéristiques de l’affluent des trois StaRRE pour l’année 2012.....	22
Tableau 3-3: Essais réalisés et fractions analysées à chacune des StaRRE	29
Tableau 3-4 : Volume d’échantillon à mesurer en fonction de sa concentration en DBO (Metcalf & Eddy, 2014)	32
Tableau 3-5 : Comparaison des caractéristiques de l’échantillonneur utilisé par la StaRRE et de l’échantillonneur utilisé dans le cadre des essais d’évaluation des paramètres d’échantillonnage	37
Tableau 4-1 : Valeurs moyennes des ratios typiques des affluents de Le Gardeur, RAEVR et St-Hyacinthe (n=4).....	39
Tableau 4-2 : Effet de la température d’échantillonnage sur les fractions de l’affluent de St-Hyacinthe	53
Tableau 4-3 : Effet de la température d’échantillonnage sur les fractions de l’affluent de Le Gardeur.....	54
Tableau 4-4 : Effet de la propreté de la bouteille d’échantillonnage sur les fractions de l’affluent de Le Gardeur.....	55
Tableau 4-5 : Effet de la propreté de la bouteille d’échantillonnage sur les fractions de l’affluent de St-Hyacinthe	56
Tableau 4-6 : Effet de l’acidification sur la concentration initiale de la DCO totale de l’eau des échantillons de St-Hyacinthe prélevés à température ambiante et à 4°C (n=4)	64

Tableau 4-7: Effet de l'acidification sur la concentration initiale de la DBO_5C totale des échantillons de St-Hyacinthe prélevés à température ambiante et à 4°C (n=4)	66
Tableau 4-8 : Effet de la congélation sur la DBO_5C totale et filtrée de l'affluent de St-Hyacinthe	66
Tableau 4-9 : Effet du délai d'analyse sur le % de récupération des composantes S_{DCO} , S_{B} et S_{U}	68
Tableau 4-10 : Paramètres des courbes des concentrations des composantes TOT_{DCO} , X_{TSS} , X_{VSS} et $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{-C}}$ obtenues à la StaRRE de Saint-Hyacinthe en fonction des concentrations mesurées au laboratoire	71
Tableau 5-1 : Effets significatifs des paramètres d'échantillonnage sur les composantes et fractions de l'affluent d'eau usée après dégrillage et comparaison avec HSO	80
Tableau 5-2 : Comparaison entre les effets des paramètres d'échantillonnage attendus et observés	81

LISTE DES FIGURES

Figure 2-1 : Définition des composantes particulières, solubles et colloïdale de l'eau usée	6
Figure 2-2 : Fractionnement de la DCO pour l'affluent d'eau brute (Adapté de Comeau et al. (2013)).....	7
Figure 2-3 : Taux de croissance des microorganismes en fonction de la température (Adapté de Henze et al., 2008).....	11
Figure 2-4: Autoéchantillonneur ISCO 6712 utilisé à la StaRRE de Le Gardeur.....	14
Figure 2-5 : Exactitude et précision de répliquats d'analyse.....	18
Figure 3-1 : Disposition des trois autoéchantillonneurs pour les essais à la RAEVR et à Saint-Hyacinthe	24
Figure 3-2 : Disposition des crépines utilisées pour le prélèvement des échantillons	25
Figure 3-3 : Bouteilles d'échantillonnage utilisées pour l'évaluation de l'effet de la propreté du contenant d'échantillonnage.....	27
Figure 3-4 : Système AER-208 utilisé pour la réalisation des essais de respirométrie (Tiré de Challenge Technologies, 2014).....	35
Figure 3-5 : Courbe type de TUO en fonction du temps obtenue à la suite d'un essai de respirométrie en réacteur fermé avec de l'eau usée brute (Adapté de Wentzel et al., 1995).	36
Figure 4-1 : Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage sur le % de récupération des composantes TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} , X_{MIES} et TOT_{DBO5C} pour les stations A) Le Gardeur, B) RAEVR et C) St-Hyacinthe.	42
Figure 4-2 : Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage sur le % de récupération des composantes d'azote et de phosphore.....	44
Figure 4-3 : Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur le % de récupération des fractions de TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} , X_{MIES} et TOT_{DBO5C} pour les stations A) Le Gardeur, B) RAEVR et C) St-Hyacinthe.	45
Figure 4-4 : % de récupération des composantes de la DCO à Le Gardeur (A) et St-Hyacinthe (B) de X_{TSS} , X_{VSS} et X_{ISS} à Le Gardeur (C) et St-Hyacinthe (D) et des composantes de la $DBO5C$	

à Le Gardeur (E) et à St-Hyacinthe (F) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à température ambiante.....	47
Figure 4-5 : % de récupération des composantes de DCO à Le Gardeur (A) et St-Hyacinthe (B), de X_{TSS} , X_{VSS} et X_{ISS} à la RAEVR (C) et St-Hyacinthe (D) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à 4°C.	49
Figure 4-6: % de récupération des composantes de la DBO_5C à la RAEVR (A), St-Hyacinthe (B) et à Le Gardeur (C) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à 4°C.	50
Figure 4-7 : % de récupération des fractions d'azote et de phosphore en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à température ambiante de Le Gardeur (A) et de la RAEVR (B).	51
Figure 4-8 : Échantillon d'affluent prélevé à Le Gardeur conservé pendant 24 h à 4°C (A) et à température ambiante (B).....	52
Figure 4-9: Effet du délai d'analyse sur les fractions de l'affluent de Le Gardeur à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D).....	57
Figure 4-10 : Effet du délai d'analyse sur les fractions de l'affluent de St-Hyacinthe à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D).....	58
Figure 4-11 : Effet du délai d'analyse sur les fractions d'azote et de phosphore de l'affluent de St-Hyacinthe à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D)	59
Figure 4-12 : Effet du délai d'analyse sur les fractions d'azote et de phosphore de l'affluent de la RAEVR à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D).....	61
Figure 4-13 : Effet du délai d'analyse sur les fractions f_{SPO4_TP} et f_{NH4_TKN} de l'affluent de la RAEVR à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B)	62
Figure 4-14 : Effet de l'acidification de l'affluent de St-Hyacinthe sur la conservation de la TOT_{DCO} à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B).....	63
Figure 4-15 : Effet de l'acidification de l'affluent de St-Hyacinthe sur la conservation des composantes de la DBO_5C à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B)	65
Figure 4-16 : TUO en fonction de temps de 300 mL d'affluent de St-Hyacinthe analysé après un délai d'analyse de 48 h et conservé à température ambiante	67

Figure 4-17 : Comparaison des % de récupération moyens des échantillons prélevés par les trois autoéchantillonneurs utilisés à Saint-Hyacinthe	69
Figure 4-18 : Comparaison des % de récupération moyens des échantillons prélevés par les deux autoéchantillonneurs utilisés Le Gardeur.	70
Figure 4-19 : Concentration des composantes TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} et TOT_{DBO5C} obtenues à la StaRRE de Saint-Hyacinthe en fonction des concentrations mesurées au laboratoire.	71
Figure 5-1 : Principales réactions chimiques et biologiques entre les composantes retrouvées dans l'affluent d'eau brute	75
Figure 5-2 : Comparaison des mesures de X_{MES} , X_{MVES} (A) et TOT_{DCO} , TOT_{DBO5C} (B) mesurées à St-Hyacinthe (StaRRE) et au laboratoire d'École Polytechnique (LABO) en fonction de la date d'analyse	91
Figure 5-3 : Courbe du TUO en fonction du temps d'un échantillon d'eau usée agité pendant 48 h à 4°C (Adapté de Spérandio et al., 2000)	93

LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

Composantes de l'eau usée

acid.	Composante acidifiée
C	Matière colloïdale
C ₁ S	Matière colloïdale-soluble filtrée à 0,45 µm
C ₁ S _{DBO5}	Composante filtrée à 0,45 µm de la demande biochimique totale en oxygène
C ₁ S _{DBO5C}	Composante filtrée à 0,45 µm de la demande biochimique carbonée en oxygène
C ₁ S _{DCO}	Composante filtrée à 0,45 µm de la demande chimique en oxygène
C _B	DCO colloïdale biodégradable
C _{DCO}	DCO colloïdale
CS	Matière colloïdale-soluble filtrée à 1,2 µm
XC _B	DCO lentement biodégradable
S	Matière soluble (après floculation filtration)
S _B	DCO soluble biodégradable ou rapidement biodégradable (Aussi S _{DCOB})
S _{DCO}	DCO soluble (Aussi DCO _{FF} floculée-filtrée)
S _F	DCO soluble fermentable
S _{NH4}	Azote ammoniacal
S _{NOx}	Oxyde d'azote sous forme de NO ₂ et de NO ₃
S _U	DCO soluble non biodégradable
S _{AGV}	DCO soluble contenant les acides gras volatils
TOT	Matière totale
TOT _B	DCO totale biodégradable
TOT _{DBO5}	Composante totale de la demande biochimique totale en oxygène
TOT _{DBO5C}	Composante totale de la demande biochimique carbonée en oxygène
TOT _{DCO}	DCO totale
TOT _{TKN}	Azote total de Kjeldahl
ultra.	Composante ultraturxée
X	Matière particulaire
X _{ACO}	Biomasse acétoclaste
X _B	DCO particulaire biodégradable
X _{DBO5C}	DBO ₅ C particulaire
X _{DCO}	DCO particulaire

X_H	Biomasse hétérotrophe
X_{MES}	Matières solides en suspension
X_{MIES}	Matières inorganiques solides en suspension
X_{MVES}	Matières volatiles solides en suspension
X_{NIT}	Biomasse nitrifiante

Analyses

C_{0h}	Concentration mesurée le plus rapidement possible après la fin du cycle d'échantillonnage
$C_{20^{\circ}C}$	Concentration mesurée de l'échantillon prélevé à 20°C
$C_{4^{\circ}C}$	Concentration mesurée de l'échantillon prélevé à 4°C
C_{finale}	Concentration mesurée au temps final
$C_{initiale}$	Concentration mesurée au temps initial
C_{propre}	Concentration mesurée de l'échantillon prélevé dans une bouteille propre
C_{sale}	Concentration mesurée de l'échantillon prélevé dans une bouteille sale
CV	Coefficient de variation
C_{Xh}	Concentration mesurée après un délai d'analyse de Xh
DBO_5	Demande biochimique totale en oxygène après 5 jours
DBO_5C	Demande biochimique carbonée en oxygène après 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
FIA	Injection en flux continu
MES	Matières en suspension
MIES	Matières inorganiques en suspension
MVES	Matières volatiles en suspension
NH_4	Azote ammoniacal
NO_x	Azote oxydé sous forme de NO_2 et de NO_3
\emptyset	Diamètre des pores
OD	Oxygène dissous
$o-PO_4$	Orthophosphates
P	Probabilité que deux séries de données suivent la distribution normale de <i>Student</i>
$T^{\circ}C$	Température
T°_{opt}	Température optimale de croissance
TKN	Azote total Kjeldahl

TP	Phosphore total
TUO	Taux d'utilisation d'oxygène

Composés et symboles chimiques

C ₅ H ₇ O ₂ N	Biomasse
C ₆ H ₁₂ O ₆	Glucose
CO ₂	Dioxyde de carbone
GGA	Glucose-acide glutamique
H ₂ O	Eau
H ₂ SO ₄	Acide sulfurique
KHP	Biphtalate de potassium
N	Azote
NaOH	Hydroxyde de sodium
NH ₃	Ammoniaque
O ₂	Oxygène
P	Phosphore
TCMP	2-chloro-6-trichloromethyl-1-pyridine

Unités

°C	Degrés Celsius
μL	Microlitre
g	Gramme
h	Heure
L	Litres
m	Mètre
m ³	Mètre cube
mg	Milligramme
min	Minute
mL	Millilitre
mm	Millimètre
N	Normal

Fractions de l'eau usée

$f_{X_{DCO_X_{VSS}}}$	Fraction X_{DCO} par rapport aux X_{VSS}
f_{DCO_TKN}	Fraction TOT_{DCO} par rapport à l'azote total de Kjeldahl
f_{DCO_TP}	Fraction TOT_{DCO} par rapport au phosphore total
$f_{X_{MVES_X_{MES}}}$	Fraction X_{MVES} par rapport aux X_{MES}
f_{DCO_DBO5C}	Fraction DCO par rapport à la TOT_{DBO5C}
f_{DBO5C_DBO5}	Fraction TOT_{DBO5C} par rapport à la TOT_{DBO5}
$f_{S_{PO4_TP}}$	Fraction S_{PO4} par rapport au phosphore total
f_{NH4_TKN}	Fraction S_{NH4} par rapport à l'azote total de Kjeldahl
f_{CSDCO_DCO}	Fraction filtrable à 1,2 μm de la TOT_{DCO}
f_{C1SDCO_DCO}	Fraction filtrable à 0,45 μm de la TOT_{DCO}

Associations et regroupement

CREDEAU	Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux
LGE	Laboratoire du génie de l'environnement
MAMROT	Ministère des affaires municipales, des régions et de l'occupation du territoire
RAEVR	Régie d'assainissement des eaux de la vallée du Richelieu
StaRRE	Station de récupération des ressources de l'eau

Autres

HSO	Hypothèses scientifiques originales
-----	-------------------------------------

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1 : Informations complémentaires	100
Annexe 2 : Résultats complémentaires	101
Annexe 3 : Résultats bruts.....	107

CHAPITRE 1 INTRODUCTION

1.1 Problématique

Dans le cadre de l'opération régulière des stations de récupération de ressources de l'eau (StaRRE), des échantillons d'eau usée sont prélevés régulièrement à différents points du traitement de procédé en vue de la caractérisation et du suivi régulier des différentes composantes qu'ils contiennent. Les résultats d'analyses peuvent être utilisés afin de procéder à la conception ou à la mise à niveau de procédé de traitement des eaux (Rieger et al., 2010). La représentativité de la caractérisation des eaux usées est donc un point sensible à ne pas négliger afin de procéder correctement à la mise en place et au maintien efficace d'un système de traitement des eaux (Metcalf & Eddy, 2014).

L'enlèvement des matières organiques de l'affluent est considéré prioritaire dans un système de traitement des eaux usées. Ces constituantes sont généralement quantifiées à l'aide de la mesure de la demande chimique en oxygène (DCO) alors que l'analyse de la demande biochimique en oxygène carbonée (DBO_5C) permet de quantifier distinctement la matière biodégradable (Comeau et al., 2013).

La biodégradabilité d'un affluent dépend de la taille et de la distribution des particules qu'il contient. Les matières solides totales (TOT) sont fractionnées en matières particulaires (X), colloïdales (C) et solubles (S) selon la filtration appliquée sur l'eau (Comeau et al., 2013). Les composantes X sont séparées des composantes filtrables CS par une filtration de $1,2\ \mu\text{m}$ alors que la filtration de $0,45\ \mu\text{m}$ distingue CS de C_1S . Un procédé de coagulation au sulfate de zinc suivi d'une filtration à $0,45\ \mu\text{m}$ permet d'isoler la matière soluble S. Les composantes filtrées de la matière organiques (CS_{DCO} , $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$, $\text{CS}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, S_{DCO} et $\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$) sont préférées par la biomasse de l'eau et sont plus rapidement assimilées que les composantes particulaires (X_{DCO} et $\text{X}_{\text{DBO}_5\text{C}}$) (Henze et al., 2008).

Les analyses de matières solides totales, volatiles et inertes en suspension (MES , MVES et MIES) permettent de quantifier les composantes X_{MES} dans lesquelles on retrouve les X_{MVES} et X_{MIES} respectivement la matière organique et inorganique. La biomasse hétérotrophe de l'eau (X_H), valorisée dans les traitements biologiques, est également retrouvée dans la fraction X_{MVES} (Metcalf and Eddy, 2014).

La caractérisation et le suivi journalier de l'affluent se base donc principalement sur l'analyse des composantes de la DCO, DBO_5C et de MES, MVES et MIES. Le suivi des composés d'azote et de phosphore sont également effectuées avec la réalisation de la mesure de l'azote total de Kjeldhal (TKN), de l'azote ammoniacal (S_{NH_4}) ainsi que du phosphore total (TP) et des orthophosphates (MAMR, 2006).

Puisque les eaux usées contiennent à la fois la matière organique et la biomasse qui la consomme, leur échantillonnage doit se faire en considérant plusieurs précautions permettant d'éviter une perte d'intégrité des composantes. Afin de minimiser cette perte d'intégrité, les méthodes normalisées d'échantillonnage suggèrent l'utilisation d'échantillonneurs automatisés réfrigérés durant le cycle de prélèvement et le plus bref un délai d'analyse des échantillons. Un nettoyage fréquent des pièces de l'autoéchantillonneur en contact avec l'eau usée, telles la bouteille et la ligne d'échantillonnage, est également suggéré afin d'éviter une contamination des échantillons durant leur prélèvement (APHA et al., 2012). La négligence de ces précautions peut être observée à certaines StaRRE, ce qui permet de supposer un impact sur la validité de la caractérisation de l'eau.

L'acidification et la congélation des échantillons d'eaux usées sont également proposées pour conserver l'intégrité de certaines composantes si l'analyse ne peut être faite rapidement (APHA et al., 2012). Par contre, il n'est pas suggérer d'utiliser ces méthodes pour préserver des composantes plus sensibles comme la DBO_5C .

1.2 Objectifs

L'objectif principal du projet est de déterminer l'effet des paramètres d'échantillonnage sur la validité de la caractérisation des composantes de l'affluent d'eau brute. Les paramètres étudiés sont :

- La température d'échantillonnage
- La propreté du contenant d'échantillonnage utilisé
- Le délai entre le prélèvement des échantillons et leur analyse

En complément, des objectifs secondaires sont également visés quant aux conditions de conservation des échantillons soit :

- L'évaluation de la conservation de la DCO par l'acidification
- L'évaluation de la conservation de la DBO_5C par l'acidification

- L'évaluation de la conservation de la DBO_5C par la congélation

1.2.1 Hypothèses scientifiques originales

En vue de la réalisation du projet de recherche, les trois hypothèses scientifiques originales (HSO) suivantes sont émises. Elles seront vérifiées en procédant à des campagnes d'échantillonnages dans trois StaRRE différentes, sélectionnée selon la composition des affluents. À chaque StaRRE, trois échantillonneurs automatiques seront utilisés et prélèveront l'affluent d'eaux brutes après dégrillage sur un cycle de 24 h. Les analyses des composantes de TOT_{DCO} , CS_{DCO} , $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$, X_{MES} , X_{MVES} , X_{MIES} , $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, S_{NH_4} et S_{PO_4} sera effectuée.

- **HSO1- Température d'échantillonnage :** La non-réfrigération de l'autoéchantillonneur pendant le cycle d'échantillonnage a pour effet de diminuer les valeurs des composantes TOT_{DCO} , CS_{DCO} , $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$, $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, S_{NH_4} et S_{PO_4} . Les valeurs de X_{MES} et X_{MVES} vont augmenter et les valeurs de TKN et TP resteront inchangées lors de l'échantillonnage non-réfrigéré (Comeau et al., 2012).

Méthodologie : Un autoéchantillonneur sera maintenu à 4°C et un autoéchantillonneur sera laissé à la température de la station durant le prélèvement.

- **HSO2- Nettoyage des récipients :** Le non nettoyage des bouteilles utilisées lors de l'échantillonnage augmente les valeurs des composantes X_{MES} , X_{MVES} , TKN et TP et diminue les valeurs de TOT_{DCO} , CS_{DCO} , $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$, $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, S_{NH_4} et S_{PO_4} comparativement aux échantillons prélevés avec des bouteilles nettoyées selon les recommandations standards (Muirhead et al., 2006).
- **Méthodologie :** Deux autoéchantillonneurs seront maintenus à 4°C et prélèveront en parallèle et simultanément l'eau usée. Un appareil contiendra une bouteille nettoyée avec du détergent et l'autre avec une bouteille salie par les usages précédents.
- **HSO3- Délai d'analyse :** Un délai d'analyse plus long que les recommandations standards a pour effet de diminuer les valeurs des composantes TOT_{DCO} , CS_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} , $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$, $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$, S_{NH_4} , S_{PO_4} (Metcalf and Eddy., 2003).

Méthodologie : Les échantillons prélevés pour vérifier la HSO1 seront analysés 1, 24, 48 et 72 h après le prélèvement. Les échantillons prélevés à 4°C seront réfrigérés durant le délai

d'analyse et les échantillons prélevés à la température ambiante seront entreposés à la température du laboratoire d'analyse.

- **HSO4-Conservation** : L'acidification de l'eau usée permet la conservation de la DCO et de la DBO₅C. La congélation de l'eau usée permet la conservation de la DBO₅C et de la DCO (Henze et al., 2008).

Méthodologie : Les échantillons prélevés pour vérifier la HSO1 seront acidifiés avec du H₂SO₄ à un pH < 2. Leur analyse sera effectuée après un délai de 1, 24, 48 et 72 h après le prélèvement, en parallèle avec les échantillons analysés pour vérifier la HSO3. Une série d'échantillon sera conservée à 4°C et une série d'échantillon sera conservée à la température du laboratoire d'analyse pendant le délai d'analyse. La DBO₅C sera analysée avant et après la congélation de l'échantillon à -20°C.

Les principales difficultés du projet résident dans l'obtention de valeurs valides et quant à l'effet des paramètres d'échantillonnage et de conservation. L'hétérogénéité et les variations journalières de la composition de l'affluent entraînent plusieurs incertitudes quant à leur analyse. Il est important de vérifier que les effets observés sont bien causés par les paramètres d'échantillonnage et de conservation plutôt que par les incertitudes causées par l'analyse et l'échantillonnage. Puisque peu d'études similaires ont été réalisées et publiées, il est également difficile de valider les valeurs obtenues avec d'autres déjà publiées. Les principes du métabolisme microbien et des interactions chimiques de l'eau seront utilisés pour expliquer les résultats observés.

CHAPITRE 2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1 Fractionnement des eaux usées

La composition des eaux usées est complexe et dépend entre autres de la proportion et du type d'industrie qui envoie ses rejets dans les réseaux d'égouts. Afin de simplifier le processus de modélisation et de simulation des procédés de traitements, les composantes des eaux usées ont été regroupées en fractions selon des catégories de molécules importantes à considérer dans le traitement des eaux. L'eau est fractionnée principalement selon les constituantes organiques et inorganiques, les constituantes biodégradables et non biodégradables ainsi que d'autres nutriments dont les fractions d'azote et de phosphore sont les plus significatives (Metcalf & Eddy, 2014). Ces fractions sont ensuite catégorisées selon la taille des particules, généralement identifiées comme étant la matière particulaire, colloïdale et soluble de l'eau usée. Les sections suivantes détailleront les principes de ce fractionnement.

2.1.1 Matières particulaire, colloïdale et soluble

La définition de ce qui est considéré comme étant la matière particulaire (X), colloïdale (C) et soluble (S) de l'eau n'est pas uniforme et a été modifiée au cours des dernières décennies (Wentzel et al., 1995). Alors qu'il était généralement admis que la fraction soluble des eaux usées était la portion filtrable à $0,45\ \mu\text{m}$, cette définition fut par la suite modifiée pour fins d'optimisation et de validité de la modélisation des procédés d'épuration (Wentzel et al., 1995). Il a alors été déterminé qu'un procédé de coagulation avec le sulfate de zinc, suivi d'une décantation et d'une filtration du surnageant à $0,45\ \mu\text{m}$ enlevait davantage de matière colloïdale de l'échantillon total (TOT), résultant en une composante soluble plus représentative (Mamais et al., 1993). Les filtrats de $1,2\ \mu\text{m}$ et de $0,45\ \mu\text{m}$ peuvent être définis comme étant respectivement la matière soluble-colloïdale CS et C_1S . La composante C_2 est le rétentat de la filtration à $0,45\ \mu\text{m}$. La Figure 2-1 adaptée de Comeau et al. (2013) permet d'illustrer ce fractionnement :

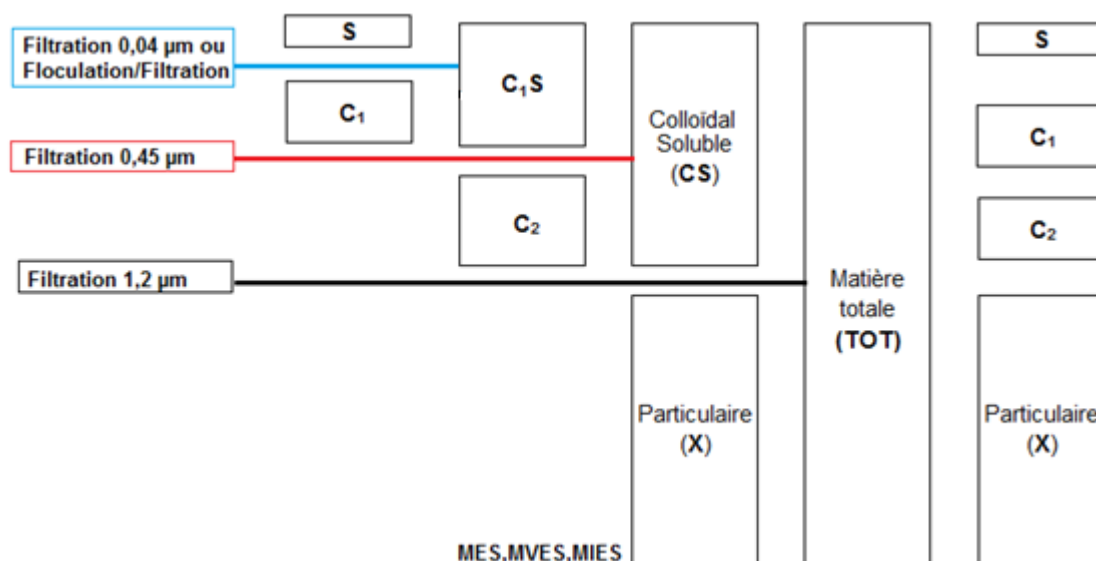


Figure 2-1 : Définition des composantes particulaires, solubles et colloïdale de l'eau usée

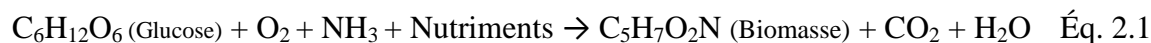
La composante soluble peut-être également définie comme étant le filtrat de 0,1 µm ou 0,04µm (Fall et al., 2011). Il est alors important de prendre en considération ces différences de terminologie puisque la méthode de séparation physique des composantes des eaux usées pourrait alors modifier la caractérisation de l'eau comme le suggère l'étude de Fall et al. (2011).

Le rétentat déshydraté d'une filtration de 1,2 µm est considéré comme étant les matières solides en suspension (MES, X_{MES}). Les composées volatiliséés après une exposition du rétentat à une température de 550°C sont surtout composées de matière organique et correspondent aux matières volatiles en suspension (MVES, X_{MVES}). La matière restant sur le filtre après cette étape est composée de la matière inertes en suspension, principalement de la matière inorganique (MIES, X_{MIES}) (Comeau et al., 2013).

2.1.2 Composantes de la DCO

Les composantes organiques et biodégradables de l'eau usée sont principalement quantifiées par les analyses de la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biochimique en oxygène carbonée après cinq jours (DBO_5C). La compréhension du rôle des multiples fractions de la DCO et la DBO_5C est à la base même de la conception de plusieurs procédés biologiques comme celui des boues activées ou de la digestion anaérobie, en lien avec les principes du métabolisme microbien (Henze, 1992; Metcalf & Eddy, 2014). L'oxydation de la

matière organique par la biomasse hétérotrophe aérobie est une des réactions les plus importantes utilisées dans la conception de procédés aérobies et est exprimé par la formule empirique suivante (Comeau et al., 2013):



Les molécules organiques comme le glucose sont oxydées par l'oxygène pour former la biomasse exprimée par la formule empirique $\text{C}_5\text{H}_7\text{O}_2\text{N}$ et en termes de MVES. La quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder la matière organique correspond à la demande théorique en oxygène (DThO), qui est aussi considérée comme étant la DCO totale de l'échantillon. Les paramètres cinétiques et les fractions de l'eau usée nécessaires à caractériser pour la conception et la modélisation des procédés peuvent être également déterminés par ces réactions.

La DCO est catégorisée principalement selon la filtrabilité et la biodégradabilité de ses composantes. La DCO totale de l'échantillon (TOT_{DCO}) contient la S_{DCO} , C_{DCO} et X_{DCO} . Ces composantes sont ensuite regroupées selon leur biodégradabilité (S_{B} , C_{B} et X_{B}) ou non biodégradabilité (S_{U} , C_{U} et X_{U})

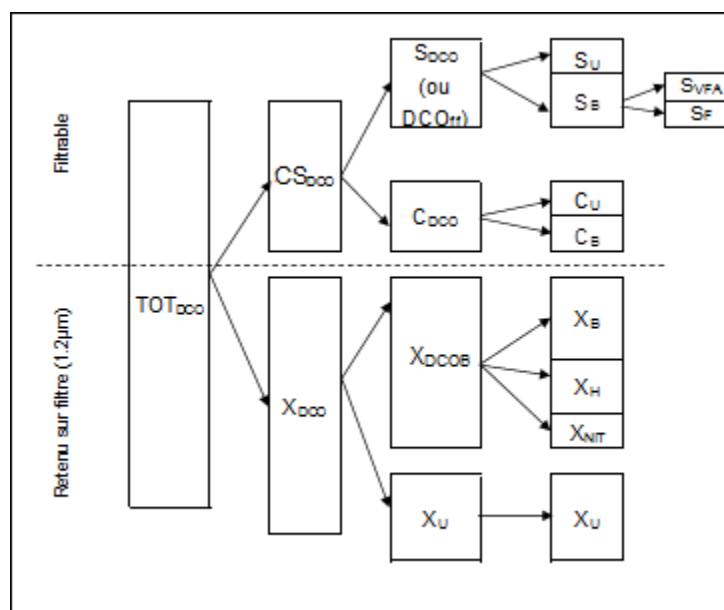


Figure 2-2 : Fractionnement de la DCO pour l'affluent d'eau brute (Adapté de Comeau et al. (2013))

Les composantes X_H et X_{NIT} correspondent respectivement à la biomasse hétérotrophe et nitrifiante que peut contenir l'affluent. Ces microorganismes sont valorisés dans le traitement biologique de l'eau. La S_{DCO} est définie dans cette figure comme étant le filtrat d'un procédé de floculation-filtration au sulfate de zinc comme précédemment décrit et peut être aussi nommée DCO_{ff} .

La composante S_B est principalement constituée de molécules organiques de petite taille et est considérée comme étant la DCO rapidement biodégradable (ou S_{DCOB}). Elle comprend la composante S_F contenant les sucres fermentescibles comme le glucose et la composante S_{VFA} qui contient les acides gras volatils comme l'acétate. Les composantes X_B et C_B étant par définition constitué de particules plus grossières, il est plus difficile pour les microorganismes d'assimiler ces molécules au travers de leur membrane cellulaire. X_B et C_B combinées sont considérées comme étant la DCO lentement biodégradable (ou XC_{DCOB}) (Melcer et al., 2003; Wentzel et al., 1995).

2.1.3 Composantes de l'azote et du phosphore

La nitrification de l'eau usée est une réaction valorisée dans le traitement des eaux permettant de transformer l'ammoniaque en nitrites et nitrates, composés beaucoup moins toxiques pour les cours d'eau récepteurs. Cette étape de traitement est incluse dans une majorité de procédés de traitement biologique (Metcalf & Eddy, 2014). Les composantes azotées importantes à considérer sont l'azote total de Kjeldahl (TOT_{TKN}), contenant l'azote total associé à la matière organique et l'ammoniaque (S_{NH4}). TOT_{TKN} et les nitrites et nitrates présents dans l'eau sous forme soluble (S_{NOX}) forment ensemble l'azote totale (TOT_N) (Melcer et al., 2003). La composition des fractions azotées est retrouvée plus en détail à la Figure A1-1 de l'Annexe 1.

Le phosphore est un nutriment essentiel dans le développement de la biomasse puisqu'il est intégré dans plusieurs constituantes majeures des microorganismes (Henze et al., 2008). Une concentration trop élevée en phosphore dans les milieux aquatiques peut causer des problèmes majeurs d'eutrophisation entraînant une perte d'équilibre de l'écosystème. C'est pourquoi plusieurs procédés biologiques comprennent des phases d'enlèvement du phosphore (Metcalf & Eddy, 2014). Le phosphore total (TP) et les orthophosphates (S_{PO4}) sont mesurés dans l'affluent ainsi qu'à différentes étapes du procédé des eaux afin d'évaluer l'efficacité du traitement

(Comeau et al., 2013). La Figure A1-2 de l'Annexe 1 permet d'illustrer plusieurs autres fractions du phosphore.

2.1.4 Fractions typiques des eaux usées

Afin de faciliter l'intégration des multiples paramètres présentés dans les sections précédentes, les composantes contenues dans l'eau sont simplifiées en fractions qui établissent le ratio entre deux composés. C'est les valeurs mesurées ou estimées de ces fractions qui permettent de déterminer, entre autres, quel procédé est le plus approprié pour traiter un affluent en particulier (Henze et al., 2008). Par exemple, une eau usée contenant une faible fraction de S_B par rapport à la DCO totale (f_{SB_DCO}) pourrait être plus difficile à traiter avec un traitement biologique conventionnel. Les bactéries hétérotrophes se développent beaucoup plus facilement avec la présence des molécules organiques de petites tailles contenue dans la fraction S_B (Metcalf & Eddy, 2014). f_{SB_DCO} servirait alors d'indicateur de la teneur en matière rapidement dégradable de l'eau. Le tableau suivant présente quelques fractions considérées comme importantes dans la conception d'un procédé de traitement et leurs valeurs typiques (Comeau et al., 2013).

Tableau 2-1 : Valeurs typiques maximale, minimale et moyenne de ratios d'affluent d'eaux usées (Comeau et al., 2013)

Symbole	Unités	Fraction	Valeur typique		
			Basse	Moyenne	Élevée
f_{DCO_cDBO5}	g DCO/g DBO ₅	DCO/cDBO ₅	1,9	2,04	2,2
f_{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	SC_{DCO}/DCO	0,38	0,44	0,5
f_{SB_DCO}	g DCO/g DCO	S_B/DCO	0,12	0,16	0,25
f_{XDCO_MVES}	g DCO/g MVES	DCO/MVES	1,5	1,6	1,7
f_{MVES_MES}	g MVES/g MES	MVES/MES	0,75	0,81	0,85
$f_{DCO_TKN}^*$	g DCO/g N	DCO/TKN	6	9	12
f_{NH4_TKN}	g NH ₄ -N/g N	S_{NH4}/TKN	0,66	0,73	0,8
$f_{DCO_TP}^*$	g DCO/g TP	DCO/TP	20	40	60
f_{SPO4_TP}	g PO ₄ -P/g TP	S_{PO4}/TP	0,3	0,5	0,6

*Valeurs typiques tirées de (Henze et al., 2008)

Ces valeurs varient selon le moment de la journée où l'affluent est prélevé et le type de rejets industriels qui s'y déverse (Henze et al., 2008). Dans certaines régions en particulier, les valeurs peuvent différer de façon significative par rapport à ce qui est indiqué dans le Tableau 2-1 (Fall et al., 2011).

Malgré ces variations, les fractions typiques sont utilisées dans le cadre d'opération de la StaRRE pour s'assurer que les conditions favorables au traitement sont présentes. Les fractions peuvent également servir d'indicateur quant au déversement d'un rejet industriel irrégulier si les valeurs mesurées varient, de façon ponctuelle et significative, des valeurs moyennes mesurées pour un affluent donné.

Finalement, les fractions typiques peuvent indiquer une erreur dans l'analyse des fractions si un écart élevé, voire impossible, est constaté (Henze et al., 2008). Par exemple, la fraction S_B ne peut logiquement être plus élevée que la DCO totale et un tel résultat remettrait en doute le processus d'analytique de l'eau usée en question.

2.1.5 Modélisation et mise à niveau des StaRRE

Les fractions représentées au Tableau 2-1 proviennent des données récoltées lors de l'opération normale des stations d'épuration (Rieger et al., 2010). Leur valeurs calculées sont utilisées par les concepteurs et modélisateurs afin de concevoir ou d'améliorer le traitement selon l'affluent caractérisé. Les résultats obtenus permettent entre de déterminer ou de modifier certains paramètres de conception comme la dimension des bassins de traitement aérés et la quantité d'air qui y est injecté quotidiennement (Metcalf & Eddy, 2014).

Avant de démarrer la simulation du procédé étudié, les modélisateurs vérifient d'abord la validité des données obtenues lors des années précédentes d'opération en fonction de leur cohérence avec les valeurs de fractions. Par la suite, des campagnes intensives d'échantillonnages sont effectuées afin de récolté un nombre important de données qui seront utilisées pour la modélisation (Rieger et al., 2010).

Une caractérisation et une modélisation basée sur l'utilisation de données fiables respectant les méthodes standardisées d'échantillonnage permet d'éviter des coûts supplémentaires reliés à la compréhension de données erronées et à une mauvaise conception d'un procédé de traitement (Rieger et al., 2010).

2.2 Métabolisme microbien

La compréhension de la croissance des microorganismes de l'eau est un élément clé dans la réalisation de procédé de traitement des eaux usées. Les composantes régissant le métabolisme microbien sont aussi nombreuses et complexes que la diversité des organismes retrouvés dans

l'eau usée. Certains paramètres reliés au métabolisme doivent être bien caractérisés et contrôlés pour favoriser le développement de la flore microbienne des eaux usées.

2.2.1 Conditions de croissance

Bien que l'affluent d'eau usée brute contienne les microorganismes nécessaires à la réalisation des traitements biologiques, la performance de ces procédés dépend des conditions chimiques et physicochimiques présentes durant le traitement.

La sélection et croissance des microorganismes est fonction de nombreux facteurs dont la présence de certains nutriments et minéraux, la température, le pH et la teneur en oxygène dans l'eau (Metcalf & Eddy, 2014).

Les réactions chimiques permettant la décomposition de la matière organique et la croissance microbienne doivent être réalisées à des températures précises qui varient selon le type de microorganismes. On peut définir quatre groupes principaux de microorganismes selon la gamme de température de croissance. On définit les microorganismes psychrophiles, mésophiles, thermophiles et hyperthermophiles qui se développent à des gammes de températures respectives de 0 à 15°C, de 15 à 40°C, de 40 à 70°C et de 70 à 110°C (Henze et al., 2008).

L'effet de la température sur le taux de croissance de ces groupes microbiens est illustré à la Figure suivante, adaptée de Henze et al (2008).

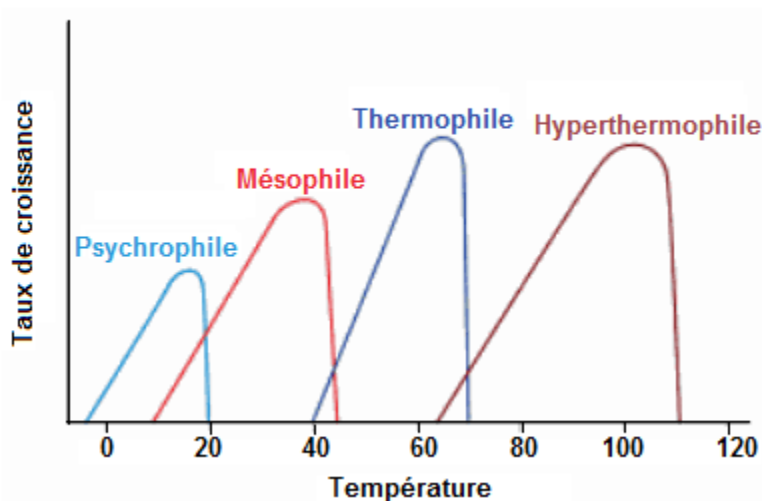


Figure 2-3 : Taux de croissance des microorganismes en fonction de la température (Adapté de Henze et al., 2008)

Une température optimale de croissance est définie pour chaque groupe microbien (T°_{op}). Les réactions chimiques se réalisent le plus rapidement aux températures optimales. La majorité des microorganismes de l'eau usée proviennent du tractus intestinal des humains et autres animaux à sang chaud dont la température interne se situe autour de 37°C. Afin de s'adapter à cette condition, la flore biotique de l'eau usée est principalement mésophile pour laquelle T°_{op} se situe entre 35 et 45°C (Metcalf & Eddy, 2014). La Figure 2-3 permet de constater qu'à une température en dessous de 15°C, le taux de croissance est presque nul pour les mésophiles et en dessous de T°_{op} pour les psychrophiles. À partir de ces données, la température de conservation recommandée se situe entre 2 et 6°C pour un échantillon d'eau usée (APHA et al., 2012).

Une gamme de pH optimale pour la croissance bactérienne est également observée. La majorité des microorganismes de l'eau usée se développe à un pH se situant entre 6,5 et 8,5 mais certaines bactéries ont des optimums de croissance à un pH de 4 ou 10. Un pH de l'eau se situant en dehors des valeurs recommandées pour la croissance d'une espèce donnée cause un déséquilibre ionique ayant pour effet de décimer une partie des microorganismes ne possédant pas les structures cellulaires nécessaires à l'atteinte de l'équilibre interne.

2.2.2 Utilisation de la matière organique

Comme mentionné précédemment, les molécules organiques présentes dans l'eau usée sont oxydées par les microorganismes afin de permettre leur croissance. La fraction S_B et ses composantes S_F et S_{VFA} sont les molécules les plus utilisées par les bactéries puisque leur taille et leur composition simple permet une utilisation moindre d'énergie pour générer la biomasse. Les molécules contenues dans les fractions C_B et X_B sont aussi biodégradables mais leur taille moléculaire plus élevée oblige les microorganismes à consacrer davantage d'énergie afin d'hydrolyser ces fractions (Gallert & Winter, 2005). En présence à la fois de S_B , C_B et X_B dans un échantillon, les microorganismes vont utiliser de préférence les fractions de S_B pour leur développement. Une fois la matière rapidement biodégradable consommée, une biomasse plus adaptée va procéder à l'hydrolyse des autres fractions de la DCO. Le taux de dégradation des composantes de l'eau usée dépend donc du ratio de matière lentement et rapidement biodégradable qu'elle contient.

2.3 Méthodes d'échantillonnage

La sensibilité particulière des microorganismes à plusieurs facteurs environnementaux rend l'échantillonnage de l'affluent d'eau usée un point sensible en vue de sa caractérisation (Rieger et al., 2010). Les techniques de prélèvement doivent respecter des consignes précises afin d'obtenir les résultats d'analyse les plus représentatifs possibles. Certaines méthodes de conservation des échantillons sont également appliquées afin de conserver l'intégrité de certaines composantes de l'eau usée durant le délai prévu entre le prélèvement et l'analyse des échantillons. Les prochaines sections détailleront les procédures suggérées de prélèvement et de conservation des échantillons d'eaux usées dans le cadre d'un suivi régulier des paramètres de l'affluent d'une StaRRE.

2.3.1 Prélèvement des échantillons

La méthode d'échantillonnage varie selon les informations désirant être obtenue à partir de l'échantillon prélevé. Une caractérisation de l'affluent à un moment précis de la journée ou une étude des variations journalières des composantes nécessitent une prise d'échantillon instantanée. Dans ce cas précis, le prélèvement de l'eau se fait une seule fois dans un court délai dans un maximum recommandé de 15 minutes (CEAEQ, 2009).

Un suivi quotidien ou hebdomadaire des composantes de l'affluent est plus simple à réaliser avec des échantillons composés de fractions amassées à plusieurs moments durant la journée. Cette méthode a l'avantage de permettre l'obtention d'une moyenne plus représentative des caractéristiques de l'affluent sur une longue période de temps. L'échantillon composé peut être obtenu soit en mélangeant des échantillons instantanés de même volume prélevés à des intervalles de temps donnés, soit en utilisant un échantillonneur automatisé (autoéchantillonneur). Ce dernier est largement favorisé puisqu'il peut être programmé pour prélever des volumes précis d'échantillons à des moments déterminés avec peu de manipulations nécessaires de la part du personnel de la StaRRE (APHA et al., 2012). D'ailleurs, il est important de préciser que le Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT) oblige les StaRRE à prélever un échantillon composé sur une période de 24 h avec un autoéchantillonneur dans le cadre du programme de suivi des stations d'épurations du Québec (MAMR, 2006). La figure ci-dessous illustre un modèle d'autoéchantillonneur très utilisé dans les StaRRE.



A : Bouteille d'échantillonnage B : Pompe péristaltique C : Ligne de sortie de l'échantillon D : Ligne de pompage de l'échantillon

Figure 2-4: Autoéchantillonneur ISCO 6712 utilisé à la StaRRE de Le Gardeur

Les principales composantes d'un autoéchantillonneur tel qu'illustré à la Figure 2-4 sont :

- La pompe péristaltique prélevant l'échantillon. Cette pompe est munie d'un panneau de contrôle servant à programmer la fréquence et le volume des incréments. Certains modèles possèdent une pompe à vide;
- La ligne d'échantillonnage munie d'une crépine plongée dans l'affluent;
- Le récipient contenant l'échantillon

La fréquence de la prise d'échantillons par les autoéchantillonneurs est déterminée selon le temps ou selon un volume d'affluent écoulé. Il est important de prendre un nombre d'échantillons permettant d'être le plus représentatif possible considérant les variations de concentration des composantes de l'affluent selon le temps. Il est suggéré de prélever au moins quatre échantillons à l'heure sur une durée totale de 24 h (APHA et al., 2012). La détermination de la fréquence d'échantillonnage devrait également considérer certaines variations de charges se déroulant dans une courte période de temps. Le déversement d'une substance polluante par une usine ou une averse intense en sont des exemples. Un prélèvement effectué à chaque heure ne serait alors pas approprié dans ces situations puisque la forte charge risquerait de ne pas être détectée et entraînerait une sous-estimation de la quantité de polluant à traiter (Ort et al., 2010).

L'usage d'autoéchantillonneurs implique la prise de nombreuses précautions. La propreté de la bouteille et de la ligne d'échantillonnage est particulièrement importante puisque ces composantes sont en contact fréquent avec l'eau usée. Une négligence de leur entretien pourrait entraîner la formation de biofilm qui pourrait affecter l'intégrité des échantillons prélevés. Un nettoyage de la bouteille d'échantillonnage avec un détergent approprié et un rinçage entre chaque usage est conseillé. Les méthodes normalisées suggèrent de faire une purge et un rinçage de la ligne d'échantillonnage avant le prélèvement de chaque incrément (APHA et al., 2012).

Une étude de (Muirhead et al., 2006) a d'ailleurs déterminé que la négligence d'un nettoyage fréquent de la ligne et la bouteille d'échantillonnage avait un impact sur le ratio de la DBO₅ totale (incluant la carbonée et la non carbonée) et carbonée (DBO₅C). Les échantillons dont les composantes en contact avec l'affluent n'avaient pas été nettoyées entre les utilisations avaient un ratio DBO₅ :DBO₅C plus élevé que ceux amassés par un échantillonneur propre. Une des causes de cette différence serait l'accumulation de microorganismes nitrifiants dans les parties souillées de l'échantillonneur.

Cette étude démontre également que le ratio varie en fonction de la température d'exposition des échantillonneurs durant leur fonctionnement.

2.3.2 Conservation des échantillons

La méthode de conservation des échantillons entre le moment de prélèvement et le moment de l'analyse est un enjeu tout aussi important dans la préservation de l'intégrité des échantillons. La concentration élevée de l'affluent en microorganismes incite à prendre plusieurs précautions afin de minimiser la dégradation des composantes de l'eau. Les multiples réactions chimiques, comme l'oxydation de la matière organique, peuvent modifier l'état d'oxydation de certains ions, le pH, l'alcalinité et la teneur en gaz dissous dans l'eau usée (APHA et al., 2012).

Les méthodes normalisées suggèrent différentes méthodes de conservation selon la composante analysée (APHA et al., 2012). Certaines composantes sont plus sensibles que d'autres à la dégradation ce qui requiert un délai d'analyse beaucoup plus court afin d'obtenir un résultat représentatif. Le Tableau suivant résume les recommandations de conservation et de délai d'analyse maximal de plusieurs composantes d'intérêt dans la caractérisation de l'eau usée.

Tableau 2-2 : Durée d'entreposage maximale et agent de conservation recommandé pour quelques paramètres de l'affluent d'eau brute (APHA et al., 2012)

Paramètre	Durée d'entreposage maximale recommandée	Agent de conservation
DCO	7 jours	H ₂ SO ₄ avec pH <2
MES, MVES et MIES	7 jours	Aucun
DBO ₅	6 heures	Aucun
TKN	7 jours	H ₂ SO ₄ avec pH <2
NH ₄	7 jours	H ₂ SO ₄ avec pH <2
NO _x	1 à jours	Aucun
TP	28 jours	H ₂ SO ₄ avec pH <2
o-PO ₄	48 heures	Aucun
pH	15 minutes	Aucun

L'analyse dans les plus brefs délais de tout échantillon d'eau usée après son prélèvement et une température d'entreposage de 4°C est fortement recommandée. Les StaRRE disposent rarement du matériel ou du personnel nécessaire à la réalisation immédiate des analyses et procèdent parfois à l'analyse des échantillons dans un laboratoire externe accrédité. La durée d'entreposage indiquée dans le Tableau 2-2 correspond au délai d'analyse maximal recommandé pour considérer tout de même le résultat d'analyse valide, donnant alors plus de flexibilité quant à la planification des analyses à réaliser.

L'ajout d'un agent de conservation comme le H₂SO₄ permet de réduire le pH et par le fait même l'activité des microorganismes présents dans l'eau dont la croissance est optimale majoritairement entre un pH de 6,5 et 8,5 (APHA et al., 2012). L'acidification peut modifier la concentration de certaines composantes comme les X_{MES} puisqu'elle provoque l'hydrolyse d'une partie de la matière particulaire en matière colloïdale et soluble. Une étude de Nopens et al. (2001) démontre qu'un pH maintenu à 3 dans l'eau usée permet de conserver la DCO totale et soluble. Il est également souligné que l'ajout d'acide dans l'eau modifie la distribution de la taille des particules en augmentant la proportion de particules de plus petite taille. L'ajout d'acide pour conserver l'eau usée est alors rarement recommandé pour d'autres paramètres que la DCO.

La conservation des échantillons à 4°C est fortement suggérée afin de freiner la croissance des microorganismes. Une température environnante en-dessous de l'optimum de croissance permet de ralentir considérablement l'activité des microorganismes sans toutefois l'arrêter complètement. La congélation peut alors être utilisée pour s'assurer davantage de l'arrêt de la

croissance microbienne mais cette technique peut également modifier la nature de certains paramètres de l'eau usée.

2.4 Méthodes d'analyses

De multiples méthodes d'analyses des composantes de l'eau usée ont été développées dans une perspective constante d'amélioration de la représentativité de l'échantillon. Le MAMROT exige des StaRRE qu'elles procèdent aux analyses selon les méthodes standards décrites par APHA et al. (2012) (MAMR, 2006). Même s'il y a respect des normes les plus strictes de prélèvement, de conservation et d'analyse des échantillons, les multiples facteurs entourant ces manipulations entraînent des variations inévitables. Afin de s'assurer de la validité des résultats d'analyses, plusieurs aspects doivent être pris en compte au moment d'interpréter les données obtenues. Ces aspects seront décrits dans les prochaines sections.

2.4.1 Validation des données d'analyses

La validation des données d'analyses sert à augmenter la confiance quant à l'exactitude et la précision des résultats obtenus.

L'exactitude est obtenue lorsque le résultat correspond à la vraie valeur attendue (Boisclair & Pagé, 2004). Une technique utilisée pour vérifier l'exactitude est l'utilisation de solutions étalons dont la concentration est validée par un laboratoire accrédité. Une solution étalon de DCO peut être utilisée pour valider l'exactitude des concentrations de l'ensemble d'un lot d'analyse lorsque la concentration obtenue de la solution étalon correspond à la concentration attendue. Dans le cadre d'analyse de paramètres de l'eau, il est alors recommandé d'inclure une solution étalon dans la série d'échantillons à analyser afin de s'assurer que la méthode est bien exécutée, tout en respectant l'écart relatif suggéré par les méthodes standards (APHA et al., 2012)

La précision se définit quant à elle par la capacité d'obtenir le même résultat de plusieurs analyses du même échantillon. Cet aspect est vérifié en réalisant des répliquats d'analyse dont les valeurs obtenues sont utilisés pour calculer la moyenne et l'écart type. Le coefficient de variation est un indice de la dispersion des valeurs mesurées de plusieurs répliquats. Il est calculé selon le ratio de l'écart type et de la moyenne. APHA et al. (2012) suggère pour chaque paramètre une valeur de coefficient de variation permettant de considérer une valeur comme étant précise.

La Figure 2-4a ci-dessous illustre des résultats de répliquats d'analyse imprécis par la grande dispersion des données tout en ayant une moyenne permettant d'obtenir un résultat exact. La Figure 2-4b présente quant à elle des résultats bien précis mais à l'écart de la valeur ciblée les rendant alors inexacts.

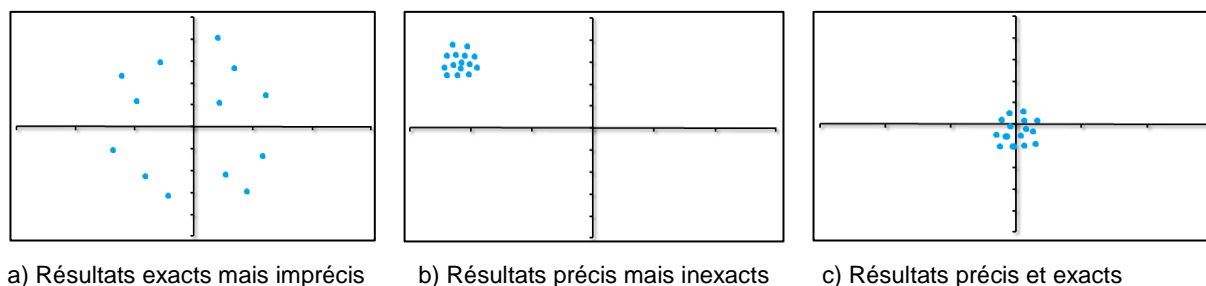


Figure 2-5 : Exactitude et précision de répliquats d'analyse

La Figure 2-4 illustre l'importance de prendre en considération à la fois la précision et l'exactitude d'une méthode d'analyse afin de s'assurer de la validité des résultats récoltés.

2.4.2 Contrôle de la qualité

Sauf exception, l'information mentionnée dans cette section a été tirée exclusivement d'APHA et al. (2012)

Les protocoles standardisés d'analyse des composantes de l'eau usée énumèrent une série de paramètres à prendre en compte afin d'obtenir des résultats représentatifs. Avec les mesures de précision et d'exactitude décrites dans la section précédente, ces paramètres font partie de la procédure du contrôle de la qualité pour une méthode d'analyse donnée.

Certains éléments de contrôle de la qualité sont fréquemment recommandés pour une analyse adéquate des résultats obtenus, en voici quelques exemples :

- **La solution étalon-** La concentration de l'analyte est connue et validée par un laboratoire certifié. Elle permet de déterminer l'exactitude avec laquelle l'analyse est réalisée.
- **Le témoin négatif-** Cette solution contient tous les éléments nécessaires à la réalisation de l'analyse sauf l'analyte. L'analyse du blanc permet de quantifier le

niveau de base d'analyte contenu dans la méthode en plus de permettre la détection d'une contamination du matériel utilisé si le niveau de base est anormalement élevé.

- **Les limites de quantification-** Concentrations minimales et maximales de l'analyte auxquelles on atteint la limite inférieure acceptée de précision.
- **L'ajout dosé de l'analyte-** Quantité connue d'analyte ajouté à un échantillon analysé afin de déterminer le % de récupération obtenue pour une méthode d'analyse donnée.
- **La courbe d'étalonnage-** Courbe réalisée avec un minimum de cinq dilutions de la solution étalon afin de faire la corrélation entre la mesure d'un appareil donné et la concentration réelle correspondante. Les concentrations des solutions utilisées sont déterminées pour être comprises entre les limites de quantification.

Les éléments de contrôle de la qualité à considérer selon le paramètre mesuré sont résumés au Tableau 2-3.

Tableau 2-3 : Éléments de contrôle de qualité à appliquer selon le paramètre de l'affluent mesuré (APHA et al., 2012)

Paramètre	Précision recommandée entre les répliques	Éléments de contrôle de qualité à appliquer
DCO	± 5%	<ul style="list-style-type: none"> Analyse d'une solution étalon de biphthalate de potassium ($C_8H_5KO_4$) avec un écart de ± 5% Témoin négatif Résultat >25 mg/L
MES, MVES et MIES	± 5%	<ul style="list-style-type: none"> Masse résiduelle après séchage de l'eau comprise entre 2,5 et 200 mg
DBO ₅	Aucune recommandée mais ± 15% généralement utilisée	<ul style="list-style-type: none"> Analyse d'une solution étalon de glucose et d'acide glutamique avec un écart de ± 15% Consommation minimale d'oxygène dissous (OD) de 2,0 mg/L OD résiduelle minimale de 1,0mg/L après le test Consommation maximale d'OD de 0,20 mg/L pour l'eau de dilution utilisée Analyse en triplicate de dilution de l'inoculum utilisé
TKN, NH ₄ et NO _x	± 4% (TKN) ± 1% (NH ₄ et NO _x)	<ul style="list-style-type: none"> Témoin négatif Courbe d'étalonnage Solution étalon spécifique pour chaque composé Ajout dosé dans l'échantillon pour l'analyse du TKN Solution étalon analysée après digestion pour l'analyse du TKN
TP et o-PO ₄	±1%	<ul style="list-style-type: none"> Témoin négatif Courbe d'étalonnage Solution étalon spécifique pour chaque composé

Aucun blanc et solutions étalons sont recommandées pour la mesure des matières solides en suspension. Il n'y a pas de solutions connues permettant d'obtenir une concentration de ce composé suffisamment exacte pour être certifiée. Une concentration résiduelle minimale de 1,0mg/L d'oxygène dissous (OD) mesurée à la fin du test de la DBO₅C est recommandée. En dessous de cette limite, les cinétiques d'oxydation de la matière organique sont modifiées et rendent le résultat moins fiable.

La plupart des stations d'épurations envoient les échantillons prélevés et déjà analysés par le personnel en analyse externe par un laboratoire accrédité afin de valider de façon indépendante leur méthode d'analyse (Quevauviller Philippe, 2006). La comparaison des résultats obtenus peuvent indiquer si la valeur est erronée et qu'un ajustement de procédure est nécessaire.

CHAPITRE 3 MÉTHODOLOGIE

L'évaluation de l'effet des paramètres d'échantillonnage et de conservation sur le fractionnement des eaux usées a été réalisée dans trois StaRRE différentes sur une durée totale de 18 mois. Dans chacune de ces StaRRE, l'effet de la température d'échantillonnage, de la propreté de la bouteille ainsi que du délai d'analyse ont été testé sur l'affluent d'eau brute. L'effet de l'acidification de l'eau usée sur la conservation de la DCO a également été évalué dans les trois stations alors qu'à une seule StaRRE, l'effet de l'acidification et de la congélation ont été mesuré sur la conservation de la DBO₅C. Finalement, des essais de respirométrie ont été réalisés afin d'évaluer l'effet des paramètres d'échantillonnage sur les fractions rapidement et lentement biodégradable de la DCO.

3.1 Sélections des stations

Sept StaRRE ont été visitées afin d'en sélectionner trois qui étaient appropriées pour la réalisation du projet. Les critères de sélections des StaRRE sont les suivants :

- La proportion de la charge de DBO₅C industrielle
- L'accessibilité du site
- La distance du lieu d'analyse des échantillons
- L'espace disponible pour l'installation des autoéchantillonneurs

Considérant ces critères, les StaRRE de Le Gardeur, de la Régie d'Assainissement des eaux de la Vallée du Richelieu (RAEVR) ainsi que celle de Saint-Hyacinthe (St-Hyacinthe) ont été sélectionnées.

3.1.1 Caractéristiques des stations sélectionnées

Le Tableau suivant résume les principales caractéristiques des trois StaRRE où les essais ont été réalisés :

Tableau 3-1 : Caractéristiques des StaRRE de Le Gardeur, RAEVR et Saint-Hyacinthe

StaRRE	Distance du lieu d'analyse (km)	Type de station d'épuration	Dégrillage
Le Gardeur	37	Étangs aérés	Escalier (6 mm)
RAEVR	43	Physicochimique	Grille courbe avec convoyeur
Saint-Hyacinthe	62	Boues activées	Escalier (6 mm)

(1) Données provenant de (MAMROT, 2012)

La distance du lieu d'analyse est celle calculée entre la StaRRE et de Polytechnique Montréal où toutes les analyses physicochimiques des échantillons ont été réalisées. Les stations ont été sélectionnées afin de débiter les analyses dans un délai maximal de deux heures après la fin de l'échantillonnage, ce qui était réalisable pour les trois StaRRE.

Comme l'indique le Tableau 3-1, les structures de dégrillages de la StaRRE de Le Gardeur et de St-Hyacinthe sont des dégrilleurs escaliers fins dont les pores mesurent 6 mm. À la RAEVR, on retrouve plutôt un dégrilleur courbe avec convoyeur et une visse d'archimède récoltant les déchets.

3.1.2 Composition des affluents

Les affluents de chacune des StaRRE sont de compositions très différentes. Le Tableau suivant indique les débits, les charges ainsi que les concentrations moyennes calculées pour l'année 2012 pour chacune des stations (MAMROT, 2012) :

Tableau 3-2 : Caractéristiques de l'affluent des trois StaRRE pour l'année 2012

StaRRE	Débit moyen traité (m ³ /d)	Charge DBO ₅ C industrielle (%)	DBO ₅ C		MES		TP	
			Charge	Conc.	Charge	Conc.	Charge	Conc.
			kg/d	mg/L	kg/d	mg/L	kg/d	mg/L
Le Gardeur ¹	10211	20-25	2106	78	2466	242	48	4,7
RAEVR ¹	26920	0	1547	57	3231	120	65	2,4
Saint-Hyacinthe ²	44302	50	7282	164	7454	168	193	4,4

(1) Données provenant du Réseau Environnement (2014) (2) Données fournies par le personnel de la StaRRE

Les valeurs des concentrations indiquées dans ce tableau sont obtenues en effectuant le ratio Charge/Débit. Les données de débit et % de DBO₅C sont fournies par le MAMROT mais les mesures de concentrations sont effectuées par les StaRRE elles-mêmes.

L'affluent de la StaRRE de St-Hyacinthe contient un haut taux en charge industrielle, provenant principalement des rejets des industries agroalimentaires et de fromageries. À Le Gardeur, les rejets industriels proviennent principalement d'industries de transformations alimentaires telles que des usines de préparation de pâtes, de fromage et de pommes de terre crues.

Les trois StaRRE traitent des affluents de composition assez différentes tant au niveau de la proportion en charge de DBO_5C industrielle qu'au niveau des concentrations moyennes annuelles mesurées. Les résultats recueillis ont servis à établir une comparaison entre les effets des paramètres d'échantillonnage et la composition de l'affluent testé.

3.2 Traitement des échantillons

Les prochaines sections entreront en détail dans la procédure de prélèvement et conservation des échantillons. Ce protocole a été respecté pour les échantillons prélevés dans les trois StaRRE.

3.2.1 Prélèvement des échantillons

Les échantillons ont été prélevés dans l'affluent après dégrillage et avant l'étape de dessablage. Les appareils utilisés sont des autoéchantillonneurs ISCO 6712 réfrigérés et non réfrigérés avec pompe péristaltique. La Figure 2-4 de la section *Revue de littérature* illustre un de ces autoéchantillonneurs et ses principales composantes.

Le prélèvement des échantillons a été effectué en fonction du temps puisque les autoéchantillonneurs n'étaient pas reliés à un débitmètre. Les appareils ont été programmés pour prélever des incréments de 100 mL à un intervalle de 15 minutes et ce, sur une durée totale de 24 heures. Les campagnes d'échantillonnage ont été réalisées indépendamment des conditions climatiques. Le volume final de l'échantillon prélevé était d'environ 10 L. Une purge et un rinçage complet de la ligne d'échantillonnage a été effectué par l'appareil avant chaque prélèvement. La calibration de la pompe péristaltique de chacun des autoéchantillonneurs a été vérifiée à chaque semaine d'échantillonnage avec un cylindre gradué afin de valider la correspondance entre le volume prélevé et le volume programmé par l'appareil. Ainsi, les autoéchantillonneurs ont été calibrés pour pomper un volume de $100 \text{ mL} \pm 5 \text{ mL}$.

Pour chacun des autoéchantillonneurs utilisés, les lignes de prélèvement mesurées sont de longueur variable étant donné la disposition différente de la chambre de dégrillage des StaRRE.

À Le Gardeur, les lignes d'échantillonnages mesuraient environ 13 m, à la RAEVR 3 m et à St-Hyacinthe 5 m.

Les lignes d'échantillonnage et les crépines utilisées ont été nettoyées après chaque cycle d'échantillonnage avec une solution d'eau de Javel concentrée à 2% et rincées plusieurs fois avec l'eau du robinet afin de s'assurer de la purge complète du détergent.

Lorsque plusieurs autoéchantillonneurs ont été utilisés de façon simultanée, les crépines ont été fixées ensemble à l'aide d'attache en tête d'équerre afin que le prélèvement de l'eau soit le plus possible au même endroit dans la conduite d'affluent. Les crépines ont été ensuite placées environ 30 cm en dessous de la surface de l'affluent sans toucher le fond de la conduite. Les échantillonnages ont été effectués dans une région turbulente de l'affluent afin d'obtenir une bonne homogénéité des particules de l'eau prélevée. La Figure suivante représente la disposition des autoéchantillonneurs et des crépines utilisés aux StaRRE de la RAEVR et de St-Hyacinthe.

Les Figure 3-1 et 3-2 illustrent respectivement la disposition des crépines dans l'affluent et leur attachement les unes par rapport aux autres.

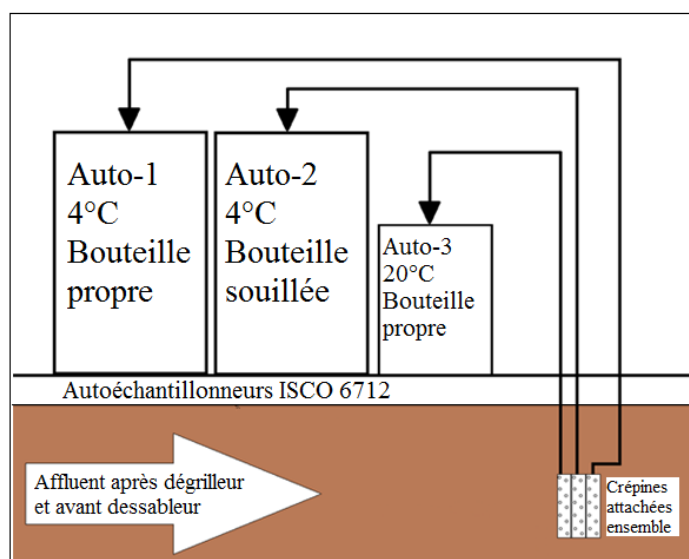


Figure 3-1 : Disposition des trois autoéchantillonneurs pour les essais à la RAEVR et à Saint-Hyacinthe



Figure 3-2 : Disposition des crépines utilisées pour le prélèvement des échantillons

Les trois paramètres d'échantillonnages ont été testés simultanément aux stations de St-Hyacinthe et de la RAEVR, en utilisant deux autoéchantillonneurs réfrigérés et un autoéchantillonneur non réfrigéré disposés comme à la Figure 3-1. À Le Gardeur, deux autoéchantillonneurs réfrigérés déjà sur place ont été utilisés avec deux lignes d'échantillonnage distinctes pour les essais. Les deux crépines utilisées ont été également reliée ensemble pendant les essais.

3.2.2 Conservation des échantillons

Une fois le cycle d'échantillonnage complété, la température des échantillons est mesurée et ils sont transférés dans des bouteilles en HDPE de 4 L identifiées. Les bouteilles sont ensuite placées dans une glacière remplies de sacs de glace afin de maintenir une température d'environ 4°C durant le transport jusqu'au lieu d'analyse. Les échantillons sont tempérés à 20°C avant de procéder aux analyses.

Pour la conservation des échantillons dont l'effet de l'acidification a été mesuré, de l'acide sulfurique 6 N a été ajouté à 120 mL d'eau brute jusqu'à l'abaissement du pH à une valeur inférieure à 2. L'acidification est réalisée sur une fraction de l'échantillon immédiatement avant l'analyse de l'échantillon non acidifié. Lorsque l'effet de la congélation a été testé, 500 mL d'eau usée a été congelé à -20°C dans une bouteille de 1L durant sept jours.

3.3 Paramètres d'échantillonnage et de conservation

L'effet de chaque paramètre d'échantillonnage a été testé aux trois StaRRE sur les composantes suivantes :

- TOT_{DCO} , C_1S_{DCO} et X_{DCO} ;
- X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} ;
- TOT_{DBO5C} , C_1S_{DBO5C} ;
- TKN et S_{NH4}
- TP et S_{PO4}

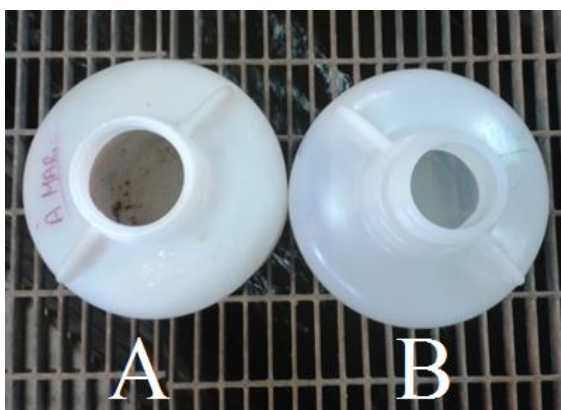
Certaines composantes ont été mesurées à certaines StaRRE en particulier. La CS_{DCO} a été mesurée à la RAEVR et à Saint-Hyacinthe alors que la S_{DCO} a été mesurée seulement à Saint-Hyacinthe à l'aide d'un procédé de floculation-filtration au sulfate de zinc. La mesure de S_{NOX} , de la DBO_5 totale (incluant la DBO_5 azotée) et de la C_1S_{DBO5} ont été effectués à la StaRRE de Le Gardeur seulement.

3.3.1 Effet de la température d'échantillonnage

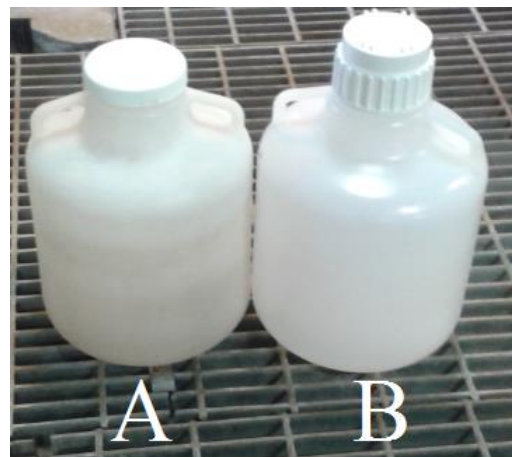
L'effet de la température d'échantillonnage a été évalué en utilisant deux autoéchantillonneurs en parallèle fonctionnant simultanément. La température d'un des appareils a été ajustée pour être maintenue entre 2 et 6°C alors qu'aucun maintien de la température n'a été appliqué sur le second échantillonneur. La température de ce dernier a alors varié en fonction de celle de la StaRRE, qui se situait généralement entre 17 et 26°C. La valeur considérée est de 20°C. Les bouteilles d'échantillonnage utilisés ont été nettoyées avec du détergent et rincées avec de l'eau distillée avant chaque utilisation.

3.3.2 Effet de la propreté du contenant d'échantillonnage

Deux autoéchantillonneurs réfrigérés ont été utilisés en parallèle et simultanément pour l'évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille. Un des autoéchantillonneurs contenait une bouteille rigoureusement nettoyée avec du détergent et rincée à l'eau distillée après chaque échantillonnage alors que le second appareil était équipé d'une bouteille préalablement souillée avec des rinçages avec de l'eau usée. Cette dernière a été salie et une mince couche de biofilm et des dépôts solides séchés à l'intérieur ont été obtenus. Entre chaque échantillonnage, la bouteille salie a été simplement vidée de l'eau usée qu'elle contenait et a été séchée. Les bouteilles utilisées sont illustrées à la Figure suivante :



a) Vue intérieure des bouteilles d'échantillonnage utilisées (A : Bouteille souillée; B : Bouteille nettoyée)



b) Vue extérieure des bouteilles d'échantillonnage utilisées (A : Bouteille souillée; B : Bouteille nettoyée)

Figure 3-3 : Bouteilles d'échantillonnage utilisées pour l'évaluation de l'effet de la propreté du contenant d'échantillonnage

3.3.3 Effet du délai d'analyse

L'analyse des échantillons a été effectuée 1, 24, 48 et 72 h (± 2 h) après la fin du cycle d'échantillonnage. Pendant le délai d'analyse, les échantillons ont été conservés soit à 4°C, soit à la température ambiante du laboratoire d'analyse, considérée comme étant 20°C, dépendamment de leur température de prélèvement. Ainsi, les échantillons provenant de l'autoéchantillonneur réfrigéré ont été conservés à 4°C durant le délai d'analyse alors que l'eau usée provenant de l'autoéchantillonneur sans contrôle de température a été laissée à la température du laboratoire. Les échantillons ont été conservés à l'abri de la lumière durant le délai.

L'évaluation de l'effet de l'acidification des eaux usées sur la DCO et la DBO₅C a également été effectuée après un délai de 1, 24, 48 et 72 h (± 2 h) pour les deux températures précédemment mentionnées. En résumé, quatre séries d'analyses ont été effectuées pour l'évaluation du délai d'analyse soit celles avec l'échantillon réfrigéré acidifié et non acidifié et celles avec l'échantillon non réfrigéré acidifié et non acidifié.

Les échantillons analysés aux différents moments pendant le délai ont été prélevé à partir de la même bouteille de 4 L. L'échantillon a été homogénéisé avant le prélèvement en effectuant des inversions et brassages de la bouteille avant d'être remplacée dans le lieu d'entreposage.

3.3.4 Conservation de la DBO_5C

La $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ et la $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ ont été analysés avant et après la congélation d'échantillons prélevés par un autoéchantillonneur réfrigéré. Après un délai de congélation de sept jours à -20°C , les échantillons ont été décongelés en plongeant la portion inférieure au goulot de la bouteille dans de l'eau tiède (Température d'environ 40°C) pour une durée maximale de 15 minutes.

Les échantillons utilisés pour évaluer l'effet de l'acidification sur la conservation de la DBO_5C ont été acidifiés comme le détaille la procédure retrouvée à la Section 3.2.2. Comme pour l'évaluation de l'acidification sur la conservation de la DCO, le test a été réalisé sur une série d'échantillons prélevés et conservés à 4°C et sur une deuxième série d'échantillons prélevés et conservés à la température ambiante. Chaque échantillon acidifié a été divisé en quatre aliquotes de même volume qui ont été conservés durant le délai d'analyse. Avant chaque analyse, le pH de l'aliquote à analyser a été augmenté avec du NaOH 6 N afin d'obtenir un pH final se situant entre 7,0 et 7,5. Cette méthode a été appliquée sur 3 des quatre essais effectués. Les échantillons prélevés au premier essai n'ont pas été séparés en aliquotes et l'ajustement de pH a été effectué à même les bouteilles d'essais de l'analyse de la DBO_5C .

3.4 Programme d'échantillonnage

Le Tableau suivant résume les activités réalisées et décrites dans les sections précédentes :

Tableau 3-3: Essais réalisés et fractions analysées à chacune des StaRRE

Composante	Le Gardeur	RAEVR	St-Hyacinthe (été)	St-Hyacinthe (Automne)
Période d'analyse	06/2012-11/2012	06-07/2013	08-09/2013	11-12/2013
TOT _{DCO}	X	X	X	X
CS _{DCO}	-	X	X	X
C ₁ S _{DCO}	X	X	X	-
S _{DCO}	-	-	-	X
X _{MES}	X	X	X	X
X _{MVES}	X	X	X	X
X _{MIES}	X	X	X	X
TOT _{DBO5}	X	-	-	-
TOT _{DBO5C}	X	X	X	X
C ₁ S _{DBO5}	X	-	-	-
C ₁ S _{DBO5C}	X	X	X	X
TKN	X	X	X	X
S _{NH4}	X	X	X	X
S _{NOx}	X	-	-	-
TP	X	X	X	X
S _{PO4}	X	X	X	X
Type d'essai	Nombre d'essais			
Température échantillonnage	7	4	4	4
Bouteille échantillonnage	4	4	4	4
Délai d'analyse	4	4	4	-
Acidification DCO	3	4	4	-
Acidification TOT _{DBO5C}	-	-	-	4
Congélation TOT _{DBO5C} et C ₁ S _{DBO5C}	-	-	-	5
Respirométrie	-	-	-	5

Les essais à St-Hyacinthe se sont déroulés en deux phases soit une en été entre août et septembre 2013 et une en période automnale entre novembre et décembre 2013. La première phase d'essais a servi à comparer l'effet des trois principaux paramètres d'échantillonnage avec ceux obtenus dans les autres StaRRE. La deuxième phase a plutôt servi à effectuer les tests de conservation de la DBO₅ ainsi que des essais de respirométrie. Les composantes analysées durant la deuxième phase ont permis de bien caractériser les échantillons utilisés pour les essais de respirométrie en plus de faire une comparaison avec les résultats de la première phase. La série d'essais à Le Gardeur a été beaucoup plus longue que celle aux deux autres StaRRE puisqu'elle inclut une

phase de tests préliminaires. De plus, seulement deux autoéchantillonneurs pouvaient être installés obligeant à effectuer les essais de la propreté de la bouteille séparément.

3.5 Analyses de laboratoire

L'évaluation de la concentration des fractions des échantillons recueillis a été réalisée à partir d'analyses effectuées aux laboratoires du Centre de recherche, développement et validation des technologies et procédés de traitement des eaux (CREDEAU) et du Génie de l'Environnement (LGE) de l'École Polytechnique de Montréal. Elles suivent les recommandations des méthodes normalisées décrites par (APHA et al., 2012).

3.5.1 Évaluation des fractions X, C₁S, CS et S

La séparation des fractions des échantillons récoltés en fonction de leur taille des particules a été effectuée en plusieurs étapes. L'eau brute a d'abord été filtrée dans un filtre en fibre de verre Whatman 934-AH ($\varnothing = 1,5 \mu\text{m}$) de 47 mm préalablement traité avec la méthode suivante :

- Rinçage avec 100 mL d'eau distillée
- Séchage à 550°C dans une coupelle en aluminium
- Pesée à 20°C

Le rétentat a été utilisé pour procéder aux analyses de X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} alors que le filtrat a été analysé pour évaluer la fraction CS_{DCO} . Ce même filtrat a ensuite été passé au travers un filtre en esters de cellulose Millipore ($\varnothing = 0,45 \mu\text{m}$) et a été analysé pour obtenir la concentration de $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$ et de $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO5C}}$.

Le volume d'échantillon d'eau brute à filtrer est mesuré par pesée avec une balance de précision $\pm 0,1 \text{ g}$ en supposant que la densité de l'eau usée soit de $1,0 \text{ g/mL}$ à 20°C. Le volume est déterminé afin d'obtenir une masse résiduelle de matière inerte sur le filtre se situant entre 2,5 et 10 mg et une durée de la filtration inférieure à 20 minutes comme il est recommandé dans la méthode standard (APHA et al., 2012). Les filtres utilisés pour les analyses de matières solides en suspension ont été pesés avec une balance de précision $\pm 0,1 \text{ mg}$.

La composante S_{DCO} a été isolée de l'eau usée avec la procédure de floculation au sulfate de zinc, suivi d'une filtration de $0,45 \mu\text{m}$ (Mamais et al., 1993). Les étapes suivantes ont été effectuées :

- Ajout de 1 mL d'une solution de sulfate de zinc de 100 g/L à 100 mL d'échantillon. Agitation pendant une minute.
- Ajustement du pH entre 10,5 et 11,0 avec du NaOH 6 N
- Décantation des solides pendant 5 minutes
- Filtration du surnageant à travers un filtre à seringue en nylon de 0,45 μm

3.5.2 Évaluation des fractions de la DCO

L'analyse des fractions de la DCO a été effectuée selon la méthode colorimétrique à reflux fermé (n°5220 D) de (APHA et al., 2012). La solution de digestion utilisée provient de tubes commercialisés par la compagnie Hach. Les lectures colorimétriques ont été réalisées avec un spectrophotomètre Hach DR2800 selon les méthodes intégrées n°435 pour les concentrations se situant dans la gamme 20-1500 mg /L (Haute gamme) et n° 430 pour les concentrations se situant dans la gamme 3-150 mg/ L (Basse gamme). Les courbes d'étalonnage étaient déjà intégrées dans les méthodes de l'appareil. Les témoins négatifs ont été effectués avec de l'eau déminéralisée filtrée à 0,22 μm et les solutions étalons utilisées étaient constituées de biphtalate de potassium (KHP), d'une concentration de 500 mg/L et de 50 mg/L pour la haute et basse gamme, respectivement. Les échantillons ont été prélevés avec une pipette automatique Biohit (Capacité totale de 5000 μL), calibrée à $2,0000 \pm 0,0020$ mL avant chaque utilisation à l'aide d'une balance d'une précision de $\pm 0,1$ mg.

3.5.3 Évaluation des composantes de la DBO_5C

L'analyse des composantes de la DBO_5 a été réalisée selon la méthode n° 5210 de (APHA et al., 2012) avec des bouteilles jaugées d'une capacité totale de 300 mL. L'eau de dilution a été préparée en mélangeant le contenu de capsules de nutriments de Hach au volume d'eau déminéralisée nécessaire à la réalisation des analyses. L'inoculum utilisé est un mélange déshydraté de microorganismes non nitrifiants provenant de la compagnie Interlab. Pour la réalisation de chaque essai, une capsule d'inoculum a été réhydratée dans 500 mL d'eau de dilution. L'eau de dilution et la solution d'inoculum ont été aérées pendant au moins une heure avant d'être utilisées. Pour l'évaluation de DBO_5C , environ 0,16 g d'inhibiteur de nitrification, le 2-chloro-6-Trichlorométhyl-pyridine (TCMP), a été ajouté dans chaque bouteille d'essai. 2 mL de solution d'inoculum et le volume approprié d'échantillon ont été ensuite ajoutés dans les bouteilles d'essais. La solution d'étalonnage de glucose et d'acide glutamique (GGA) de concentration de 198 mg DBO_5/L a été préparée environ deux heures avant l'analyse avec de

l'eau déminéralisée filtrée à 0,22 µm et un ballon jaugé de 1000 mL de classe A. Finalement, le volume total de la bouteille a été complété jusqu'à la moitié du goulot avec l'eau de dilution.

Le volume d'échantillon à prélever a été déterminé selon le tableau suivant :

Tableau 3-4 : Volume d'échantillon à mesurer en fonction de sa concentration en DBO (Metcalf & Eddy, 2014)

Volume à mesurer	Gamme de valeur de DBO (mg/L)	
	Maximum	Minimum
mL	mg/L	mg/L
0,02	105000	30000
0,05	42000	12000
0,10	21000	6000
0,20	10500	3000
0,50	4200	1200
1,0	2100	600
2,0	1050	300
5,0	420	120
10,0	210	60
20,0	105	30
50,0	42	12
100,0	21	6
300,0	7	0

Le prélèvement des échantillons non filtrés a été effectué avec des pipettes sérologiques graduées avec embout larges. Les volumes prélevés variaient de 2 à 10 mL pour l'eau brute. Les échantillons filtrés ont été prélevés avec des pipettes à volume fixe de classe A de 5 à 30 mL.

La mesure de l'oxygène dissous a été réalisée avec une sonde optique luminescente LBOD101 avec agitateur intégré et l'analyseur HQ40d de Hach.

3.5.4 Évaluation des fractions de l'azote et du phosphore

Les analyses des fractions solubles S_{NH_4} , S_{NOX} et S_{PO_4} ont toutes été réalisées à partir d'échantillons filtrés à 0,45µm avec la méthode d'analyse par injection en flux continu (FIA) avec l'appareil Lachat Quickchem 8500. Pour l'analyse des fractions TKN et TP, 20 mL d'échantillon a été digéré selon la méthode de digestion acide au cuivre décrite par (APHA et al., 2012). Le digestat a été dilué dans 10 mL d'eau déminéralisé pour être ensuite analysé par le même appareil FIA. Les méthodes d'analyse de référence définies par la compagnie Lachat utilisées pour le FIA sont les suivantes :

- TKN : 10-107-6-2-D
- S_{NH_4} : 10-107-06-1-K
- S_{NOX} : 10-107-07-1-O
- TP : 10-115-01-1-C
- S_{PO_4} : 10-115-01-1-A

Les échantillons ont été congelés à -20°C lorsque le délai d'analyse prévu dépassait celui prescrit par la méthode standard. Par contre, il est possible pour certains échantillons que le filtrat ait été entreposé à 4°C pendant plus de deux jours avant d'être soit congelé ou analysé.

3.6 Validation des données

3.6.1 Contrôle de la qualité

L'analyse en triplicata de chaque échantillon a été effectuée pour les composantes de la DCO, de la DBO_5 et des matières solides en suspension. Les composantes d'azote et phosphore ont été analysées en duplicata par l'appareil FIA et une seule digestion a été effectuée pour l'analyse du TKN et du TP. Le coefficient de variation entre les répliquats a été calculé pour tous les échantillons. Un seuil 10% de coefficient de variation pour les analyses de DCO, MES, MVES et MIES et de 15% pour les analyses de DBO_5 a été établi pour considérer les données comme étant valides. Le coefficient de variation accepté pour les analyses au FIA était de 1%.

Une solution étalon de KHP a été analysée en triplicatas à chaque essai pour l'analyse de la DCO et pour chaque gamme de mesure utilisée. La mesure a été considérée comme valide lorsqu'elle était de $\pm 5\%$ la valeur de la solution étalon. L'analyse de la solution de GGA a été également effectuée pour chaque essai de DBO_5 et la mesure a été considérée valide avec un écart de $\pm 15\%$ avec la solution étalon. Par contre, il sera discuté plus loin que cette valeur a été difficile à atteindre.

Plusieurs autres critères de contrôle de qualité ont été appliqués pour chacune des analyses et sont résumés au Tableau 2.3.

3.6.2 Comparaison des autoéchantillonneurs

Les crépines des autoéchantillonneurs utilisés étaient attachées ensemble et placées par la suite dans l'affluent d'eau brute (Figure 3-2). Cette pratique visait à s'assurer que les appareils prélèvent les échantillons le plus possible au même endroit dans la conduite d'affluent et que les

effets observés soient reliés aux paramètres d'échantillonnage plutôt qu'aux variations reliées au prélèvement des échantillons. L'incertitude reliée à l'échantillonnage d'une eau usée à composition hétérogène ne peut être complètement soustraite et la variation entre les échantillonneurs a été évaluée. Les trois appareils utilisés dans le cadre des essais ont été connectés par leur crépine et une bouteille nettoyée a été placée dans chacun d'eux. La température des échantillonneurs a été maintenue à 4°C pendant le cycle d'échantillonnage. Quatre essais ont été effectués avec les autoéchantillonneurs utilisés à St-Hyacinthe et trois essais ont été effectués avec les deux appareils utilisés à Le Gardeur. Les mêmes composantes analysées dans le cadre de l'évaluation des effets des paramètres d'échantillonnage ont été analysées. Pour chaque échantillon récolté durant ces essais, les mesures suivantes ont été effectuées :

- TOT_{DCO} , C_1S_{DCO} et X_{DCO} ;
- X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} ;
- TOT_{DBO5C} , C_1S_{DBO5C} ;
- TKN et S_{NH4}
- TP et o- PO_4

3.7 Évaluation des composantes X_H , XC_B , S_B et S_U

Des essais de respirométrie ont été réalisés afin d'évaluer l'effet de la température d'échantillonnage et du délai d'analyse sur les composantes de la DCO lentement et rapidement biodégradable, la biomasse hétérotrophe et la DCO soluble non biodégradable de l'affluent (X_H , XC_B , S_B et S_U). Quatre essais ont été réalisés pendant la deuxième phase d'échantillonnage à la StaRRE de Saint-Hyacinthe qui s'est déroulé en novembre et décembre 2013.

3.7.1 Procédure

La procédure de conservation et de prélèvement des échantillons est la même que décrite dans les sections 3.2 et 3.3.

Les essais de respirométrie ont été réalisés en réacteur fermés en procédant à la mesure du taux d'utilisation de l'oxygène (TUO) de l'affluent en fonction du temps. La prise de mesure de la TUO a été faite en continue par le système AER-208 qui est illustré par la Figure suivante :

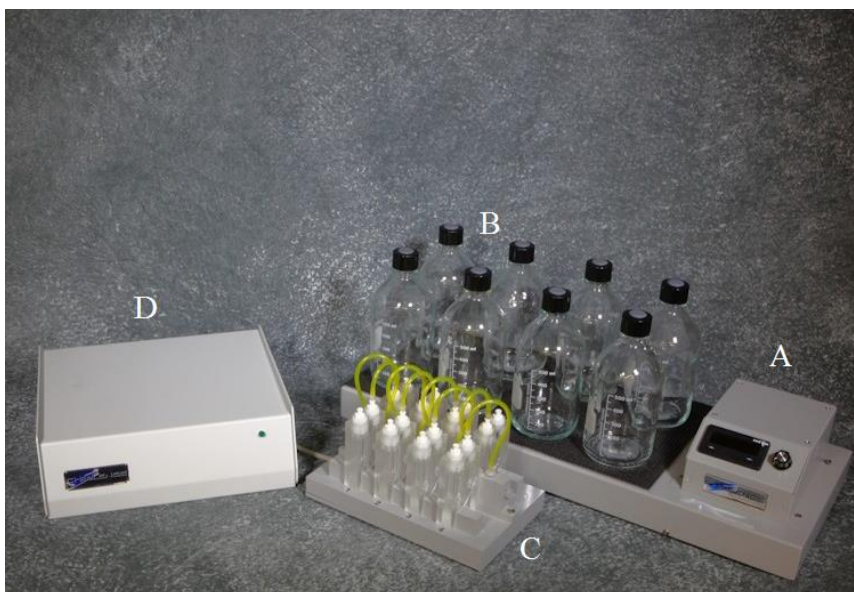


Figure 3-4 : Système AER-208 utilisé pour la réalisation des essais de respirométrie (Tiré de Challenge Technologies, 2014)

Les différentes composantes du système sont identifiées sur la Figure 3-3 comme étant :

- A : Plaque d'agitation magnétique
- B : Bouteilles en verre de 500 mL fermées avec un bouchon vissé muni d'un septum en chlorobutyl. Un nouveau septum a été utilisé à chaque essai. Les bouteilles ont été plongées dans un bain à température contrôlée de 20°C.
- C : Cellule en verre de mesure de l'oxygène consommé. Les cellules sont connectées aux bouteilles avec un tuyau de 1/4" et une aiguille et sont reliées au système d'alimentation en oxygène pur humidifié.
- D : Système d'acquisition de données

Un volume de 300 mL d'échantillon tempéré à 20°C a été mesuré et versé dans les bouteilles contenant 0,16 g de TCMP et un barreau magnétique. Des trappes en verre contenant 5 mL de KOH 30% (m/v) ont été ajoutées dans chaque bouteille. Les bouteilles ont été ensuite placées dans le bain, connectées à la l'alimentation en oxygène et l'agitation magnétique ainsi que l'acquisition de données ont été démarré.

Chaque échantillon a été mesuré en duplicata et deux bouteilles contenant de l'eau déminéralisée et 0,16 g de TCMP ont été utilisées à chaque essai comme témoin négatif.

3.7.2 Calculs des composantes X_H , X_{CB} , S_B et S_U

La méthode de calcul des composantes correspond à celle décrite par Wentzel et al. (1995). Elle est basée sur l'évaluation de la fraction S_{DCOB} , qui correspond au calcul de l'aire sous la courbe de la TUO en fonction du temps entre le début de la phase exponentielle et le point mesuré immédiatement après la chute de la TUO. La pente du logarithme naturel de la TUO en fonction du temps durant la phase exponentielle permet quant à elle de déterminer la fraction X_H .

La figure suivante illustre l'aire de calcul utilisée pour le calcul de la S_B (S_{DCOB}) et la phase exponentielle de croissance de la TUO d'une courbe type obtenue à la suite d'un essai de respirométrie en réacteur fermé avec de l'eau usée brute.

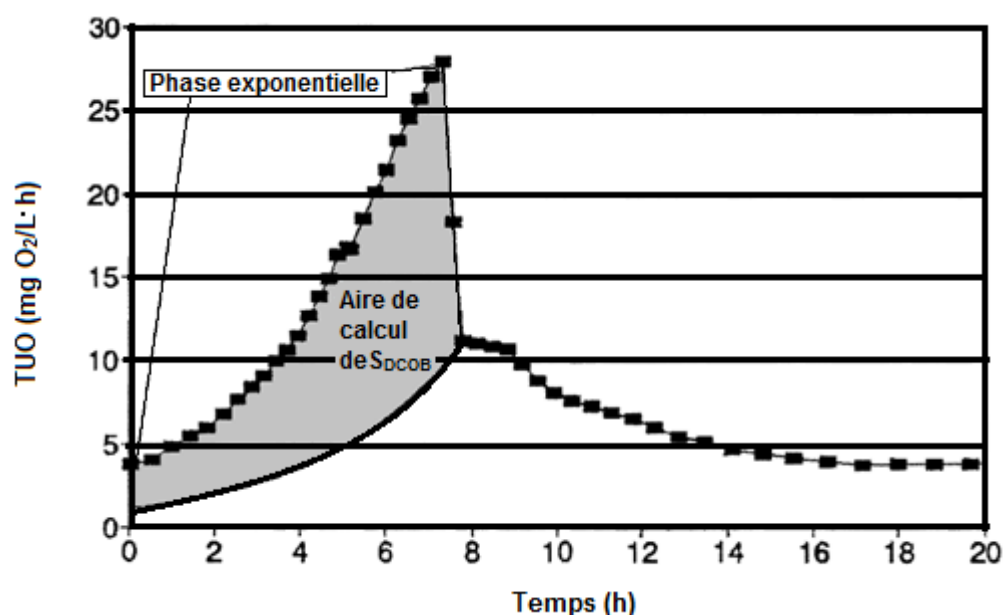


Figure 3-5 : Courbe type de TUO en fonction du temps obtenue à la suite d'un essai de respirométrie en réacteur fermé avec de l'eau usée brute (Adapté de Wentzel et al., 1995).

La fraction S_U est obtenue en procédant à la soustraction de $S_{BCOD} - S_{DCO}$.

3.7.3 Bilan de masse

La validation des données récoltées par le système de respirométrie est évaluée en calculant le bilan de masse en DCO. La DCO totale des échantillons est mesurée quelques minutes avant et quelques minutes après le test de la mesure de la TUO en fonction du temps. La concentration de DCO mesurée au temps initial ($C_{initiale}$) est considérée comme étant égale à la somme de la DCO mesurée au temps final (C_{finale}) et à la concentration d'oxygène totale consommée durant le test

($C_{\text{oxydée}}$). Le bilan de masse est établi en effectuant le ratio de C_{initiale} et de la somme de C_{finale} et $C_{\text{oxydée}}$ comme l'indique l'Équation suivante :

$$\text{Bilan de masse (\%)} = \frac{C_{\text{initiale}}}{C_{\text{finale}} + C_{\text{oxydée}}} \times 100 \quad \text{Éq. 3.1}$$

La concentration d'oxygène totale consommée est obtenue en effectuant le rapport de la masse d'oxygène totale consommée indiquée par l'appareil et le volume total d'échantillon. Un bilan de masse de $100 \pm 10\%$ est considéré comme acceptable dans le cadre des essais effectués.

3.8 Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe

L'affluent de la StaRRE de St-Hyacinthe est analysé sur une base journalière. L'échantillonneur de la station est situé au même point de passage de l'affluent que les autoéchantillonneurs utilisés dans le cadre des essais précédent. Le Tableau suivant dresse une comparaison de plusieurs caractéristiques de l'autoéchantillonneur utilisé à la StaRRE et celui utilisé dans le cadre des essais de l'évaluation des paramètres d'échantillonnage.

Tableau 3-5 : Comparaison des caractéristiques de l'échantillonneur utilisé par la StaRRE et de l'échantillonneur utilisé dans le cadre des essais d'évaluation des paramètres d'échantillonnage

Caractéristiques	Échantillonneur StaRRE	Échantillonneur Labo
1.Marque/modèle	Sirco/BVS 4300	Isco/6712 FR
2.Pompe intégrée	Sous -vide	Péristaltique
3.Incréments	Selon débit soit 200 mL au 12 min (estimation)	100 mL aux 15 min
4.Température d'échantillonnage	4°C	4°C
5.Type de crépine	Aucune	En "Flute"
6.Délai d'analyse	Immédiatement après fin du cycle (Quelques minutes)	Immédiatement après fin du cycle (Environ 2h)
7.Point d'échantillonnage	Après dégrilleur	Après dégrilleur
8.Fréquence nettoyage de la ligne d'échantillonnage	À chaque semaine avec détergent	À chaque semaine avec eau de Javel 1%
9.Fréquence nettoyage de la bouteille d'échantillonnage	Après chaque utilisation	Après chaque utilisation

Les cycles d'échantillonnage se sont déroulés dans le même intervalle de 24 h avec une prise d'échantillon décalée d'environ 5 minutes entre les autoéchantillonneurs. Les données utilisées pour la comparaison proviennent d'une part de celles fournies par l'opérateur de la station et d'autre part, des échantillons prélevés à 4°C analysés dans le cadre des essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage.

3.9 Analyse statistique

Le test de Student a été effectué à l'aide du logiciel Excel afin de déterminer la probabilité P que deux séries de données suivent une distribution normale de Student. Lorsque les distributions des deux séries se chevauchent, les séries comparées sont significativement semblables. Cette valeur est déterminée selon les écarts types, moyennes et nombres d'essais pour une série de donnée. La détermination de la valeur P à partir de deux séries de données issues de deux conditions d'échantillonnages différentes peut indiquer si l'effet d'un paramètre d'échantillonnage sur une fraction donnée est significatif (Boisclair & Pagé, 2004). Si les deux séries sont déterminées comme étant distinctes par leur distribution, l'effet est alors considéré comme étant significatif,

Le test a été effectué pour les séries de résultats d'analyses récoltés aux trois StaRRE, dans le cadre de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage et de la propreté de la bouteille sur les fractions des eaux usées. Le test a été réalisé en utilisant la fonction TEST.STUDENT (T.TEST en anglais), en considérant une distribution binomiale et une variance égale des deux séries d'échantillons ou homoscedastique. Dans le contexte des essais effectués, la variance représente la valeur au carré de l'écart type et elle est considérée égale pour les deux séries de données analysées. Lorsque la valeur P est plus grande que 5%, il est considéré que l'effet n'est pas significatif.

CHAPITRE 4 RÉSULTATS

Ce chapitre présente d'abord les résultats des effets des paramètres d'échantillonnage sur les paramètres d'analyse à l'aide du calcul du % de récupération et ensuite sur les ratios typiques des eaux usées. L'évaluation de l'acidification et de la congélation sur la conservation des fractions de la DCO et de la DBO₅C est aussi effectuée à l'aide des % de récupération calculés. Finalement, une évaluation des effets des paramètres d'échantillonnage sur les fractions évaluées par les essais de respirométrie est présentée à la fin du chapitre.

4.1 Caractérisation des affluents

La composition des affluents des trois StaRRE a été évaluée en calculant la moyenne des concentrations initiales mesurées de quatre échantillons prélevés à 4°C. L'incertitude de la mesure des concentrations correspond à l'écart type des moyennes mesurées. Le Tableau A2-1 retrouvé en Annexe 2 détaille les valeurs de ces concentrations. Les ratios typiques de la DCO, la DBO₅C et des fractions d'azote et de phosphore de chaque affluent ont été ensuite calculée à partir des concentrations moyennes obtenues. Les résultats sont représentés au Tableau suivant :

Tableau 4-1 : Valeurs moyennes des ratios typiques des affluents de Le Gardeur, RAEVR et St-Hyacinthe (n=4).

Fractions	Unités	Le Gardeur		RAEVR		St-Hyacinthe		Valeur typique ¹		
		Moyenne	±	Moyenne	±	Moyenne	±	Basse	Moyenne	Élevée
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,16	0,11	2,90	0,86	1,91	0,09	1,9	2,04	2,2
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	0,18	0,04	0,56	0,01	-	-	-
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,05	0,18	0,03	0,55	0,02	0,38	0,44	0,50
f _{XDCO_XMVES}	g DCO/g MVES	1,71	0,07	1,30	0,39	1,75	0,25	1,5	1,6	1,7
f _{XMVES_XMES}	g MES/g MVES	0,79	0,04	0,72	0,02	0,74	0,05	0,75	0,81	0,85
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	15,7	3,1	12,7	2,9	21,0	2,8	6	9	12
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,56	0,03	0,58	0,05	0,42	0,07	0,66	0,73	0,80
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	117	17	118	20	140	13	20	40	60
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,40	0,07	0,19	0,05	0,08	0,07	0,3	0,5	0,6

(1) Valeurs tirées de Comeau et al. (2013) excepté celles de f_{DCO_TP} et f_{DCO_TKN} tirées de Henze et al. (2008)

Les valeurs obtenues de f_{CISDCO_DCO} permettent de constater que les affluents des trois StaRRE ont une proportion différente de DCO filtrée. Cette fraction est celle qui varie le plus entre les affluents testés. L'affluent de la RAEVR contient la plus faible valeur de f_{CISDCO_DCO} alors qu'à St-Hyacinthe, cette proportion est plus de trois fois supérieure. Cette différence peut être expliquée par la proportion élevée de rejets agroalimentaires à St-Hyacinthe, qui contiennent habituellement plus de DCO rapidement biodégradable, comparativement à la RAEVR qui n'est composée que de rejets résidentiels. Les valeurs typiques de la fraction f_{CSDCO_DCO} ne sont pas établies.

Plusieurs fractions mesurées à l'affluent de la RAEVR ont une valeur en dehors des gammes typiques retrouvées dans la littérature. Le Tableau 4-1 permet d'observer que la f_{DCO_DBO5C} moyenne mesurée à cette station est plus élevée de 0,7 par rapport à la valeur élevée typique. Les fractions f_{CISDCO_DCO} et f_{XDCO_XMVES} ont quant à elles une valeur plus basse que la gamme proposée. L'écart type élevé reliée à la mesure et les basses concentrations mesurées peuvent expliquer ces valeurs aberrantes.

Les trois affluents ont des valeurs f_{DCO_TKN} et f_{DCO_TP} plus élevées que les valeurs typiques maximales respectives de 12 et 60. La concentration en DCO mesurée est donc très élevée par rapport aux composantes azotées et phosphorées. Les concentrations moyennes mesurées de DCO, TKN et TP sont situées pour la plupart dans la gamme des valeurs typiques de 200 à 700 mg DCO/L, de 25 à 70 mg N/L et 4-15 mg P/L (Melcer, 2003). Les résultats retrouvés en Annexe 3 permettent d'observer que les valeurs mesurées de DCO sont dans la portion élevée de la gamme alors que les concentrations en TKN et TP sont plutôt dans la portion basse de la gamme, pouvant alors expliquer les valeurs de fraction élevées retrouvées au Tableau 4-1.

Les ratios f_{XDCO_XMVES} , f_{XMVES_XMES} et f_{DCO_DBO5C} , ont des valeurs très similaires d'un affluent à l'autre et se situent dans les gammes de valeurs typiques. À la RAEVR, par contre, la f_{DCO_DBO5C} est significativement plus élevée que la valeur typique maximale de 2,2 et l'écart type de la mesure de 0,86, représentant un coefficient de variation très élevé de 39%. Les concentrations moyennes mesurées de DBO_5C et de DCO à cette station sont de 96 ± 8 mg DBO_5C /L et de 278 ± 61 mg/L, ce qui correspond à des valeurs faibles avec un coefficient de variation élevé pour la mesure de la DCO (22%).

Le f_{NH4_TKN} des trois affluents et le f_{SPO4_TP} mesuré à la RAEVR et à St-Hyacinthe sont également peu élevés. Il faut toutefois mentionner que les échantillons utilisés pour la mesure de S_{NH4} et

S_{PO4} de l’affluent de St-Hyacinthe contenaient des précipités au moment de l’analyse, indiquant alors une possible croissance microbienne pouvant influencer de façon significative les résultats obtenus.

4.2 Effets des paramètres d’échantillonnage sur les composantes des eaux usées

Les sections suivantes résument l’effet des trois paramètres d’échantillonnages testés à la suite de quatre campagnes d’échantillonnages réalisées aux StaRRE de Le Gardeur, de la RAEVR et de Saint-Hyacinthe entre Juin 2012 et Décembre 2013.

4.2.1 Température d’échantillonnage

L’évaluation de l’effet de l’autoéchantillonneur sur les paramètres d’analyse a été réalisée en calculant, pour un même essai, le % récupération de la concentration mesurée de l’échantillon prélevé à température ambiante (C_{20°C}) par rapport à la concentration mesurée de l’échantillon prélevé à 4°C (C_{4°C}) :

$$\% \text{ de récupération} = \frac{C_{20^{\circ}\text{C}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)}{C_{4^{\circ}\text{C}} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right)} \times 100 \quad \text{Éq. 4.1}$$

Le dénominateur de l’équation 4.1 est la concentration de l’eau prélevée par l’échantillonneur réfrigéré puisque la perte d’intégrité des composantes est supposée pour une température d’échantillonnage à 20°C. Ce calcul a été appliqué pour tous les essais et paramètres d’analyses.

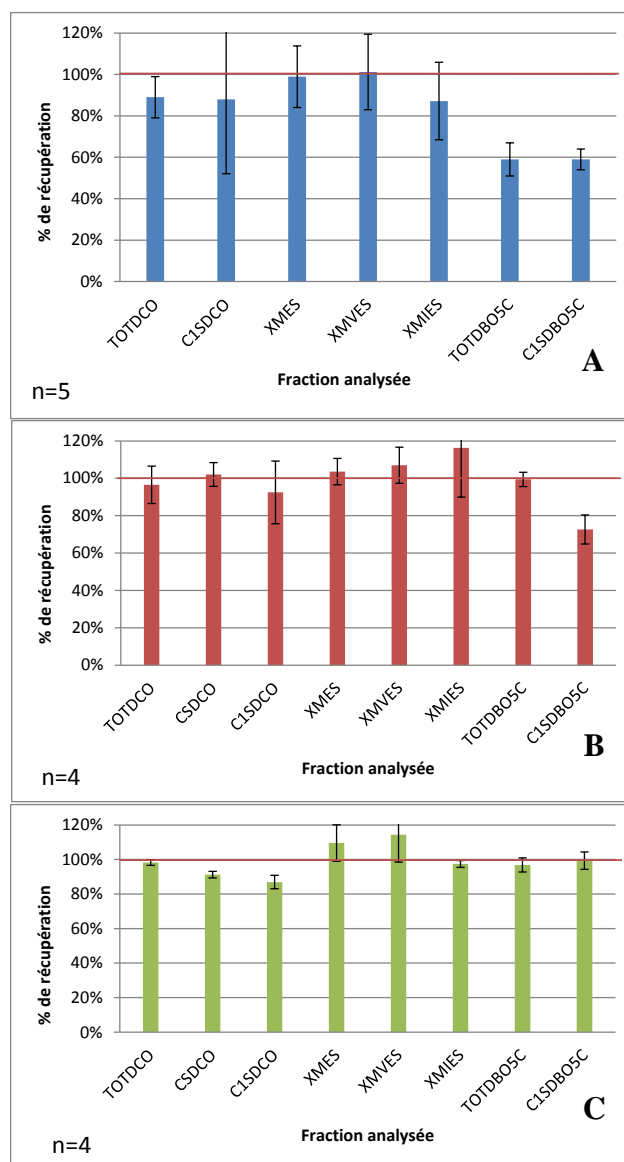


Figure 4-1 : Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage sur le % de récupération des composantes TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} , X_{MIES} et TOT_{DBO5C} pour les stations A) Le Gardeur, B) RAEVR et C) St-Hyacinthe.

Les résultats représentés sont obtenus à partir des moyennes des % de récupération calculés pour sept essais à Le Gardeur, quatre essais à la RAEVR et quatre essais à St-Hyacinthe. Les barres d'erreurs retrouvées à la Figure 4-1 représentent les écarts types calculés à partir des mêmes données que les moyennes.

La température d'échantillonnage affecte davantage les fractions mesurées à Le Gardeur que celles mesurées dans les deux autres StaRRE comme l'illustre la Figure 4-1. Les composantes

C_1S_{DCO} , TOT_{DBO_5} et $C_1S_{DBO_5}$ sont les plus affectées et une baisse de 22, 41% et 42% est observée lorsque l'échantillon est prélevé à la température ambiante de la station de Le Gardeur. L'écart type calculé pour la composante C_1S_{DCO} est très élevé puisque un des essais utilisé pour calculer la moyenne à une valeur de % de récupération de 128% (Tableau A3-1, Annexe 3). Cette valeur est très éloignée des autres répliquat mais aucun événement en particulier ne permet de l'exclure, rendant l'effet de la température de l'échantillonnage non significatif sur la C_1S_{DCO} . Ces résultats obtenus pour TOT_{DBO_5} et $C_1S_{DBO_5}$ sont cohérents puisque les fractions filtrées de la DCO et la DBO_5 contiennent les molécules rapidement biodégradables de l'eau usée et sont alors davantage utilisées par la biomasse de l'affluent.

Les résultats obtenus des autres StaRRE permettent également d'observer une dégradation de ces autres fractions mais avec une ampleur beaucoup moins importante.

Les % de récupération des fractions particulières de la RAEVR et de St-Hyacinthe sont supérieurs à 100%, indiquant alors un gain de ces fractions lorsque l'échantillonnage est effectué à température ambiante. Ce résultat pourrait être expliqué par une croissance de la biomasse dans l'eau usée qui serait supérieure à 20°C qu'à 4°C se traduisant en une augmentation de la valeur de ces fractions. L'écart type élevé de ces mesures à St-Hyacinthe peut également indiquer la présence d'erreurs reliées à la réalisation de l'analyse. Les analyses des composantes totales et particulières d'affluent sont plus sensibles aux incertitudes puisque l'homogénéisation des solides dans l'eau au moment du prélèvement n'est jamais effectuée de façon totalement uniforme. Des coefficients de variations entre les triplicatas $\leq 10\%$ ont été obtenus pour la majorité des échantillons analysés et la masse résiduelle de matières inertes est supérieure à la limite de 2,5mg pour la majorité des échantillons.

Les % de récupération des composantes d'azotes mesurées aux trois stations sont représentés ci-dessous.

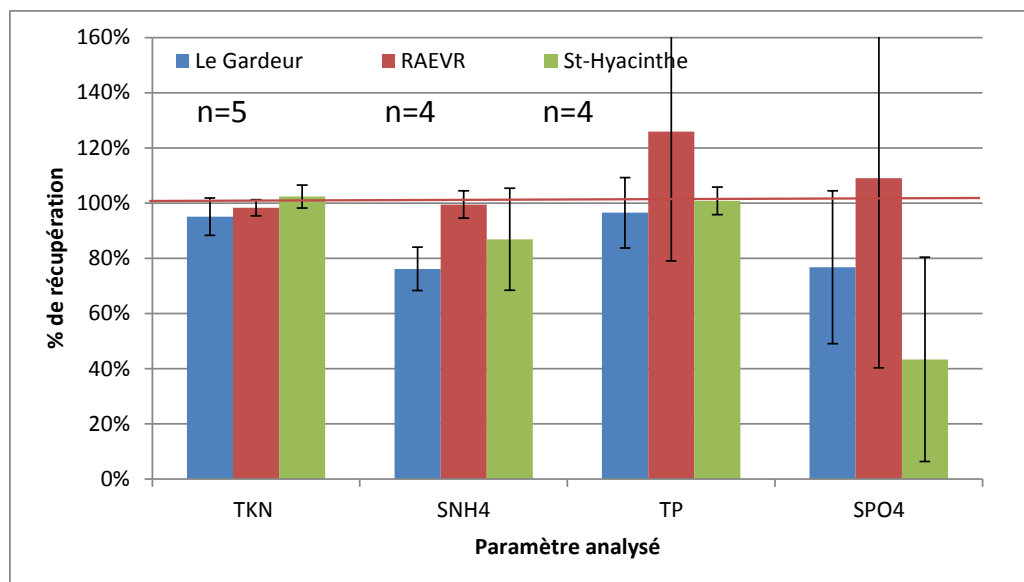


Figure 4-2 : Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage sur le % de récupération des composantes d'azote et de phosphore

Les composantes TKN et TP sont peu affectées par la température de l'échantillonnage alors que les composantes S_{NH4} et S_{PO4} baissent à Le Gardeur et St-Hyacinthe. L'écart type des % de récupération du phosphore total et des orthophosphates mesurés à la RAEVR sont très élevés comparativement à ceux des deux autres StaRRE. Un des quatre essais effectués a permis de mesurer un % de récupération de 196% pour le phosphore total et de 211% pour les orthophosphates ce qui est environ le double en comparaison des valeurs obtenues pour les autres essais. Aucun évènement en particulier ne permet de mettre à l'écart ces données.

4.2.2 Propreté de la bouteille

L'évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille d'échantillonnage a été effectuée sensiblement avec la même méthode que celle utilisée pour l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage. Un % de récupération a été calculé mais par rapport à la concentration mesurée de l'échantillon prélevé avec la bouteille propre (C_{propre}):

$$\% \text{ de récupération} = \frac{C_{sale} \left(\frac{mg}{L} \right)}{C_{propre} \left(\frac{mg}{L} \right)} \times 100 \quad \text{Éq. 4.2}$$

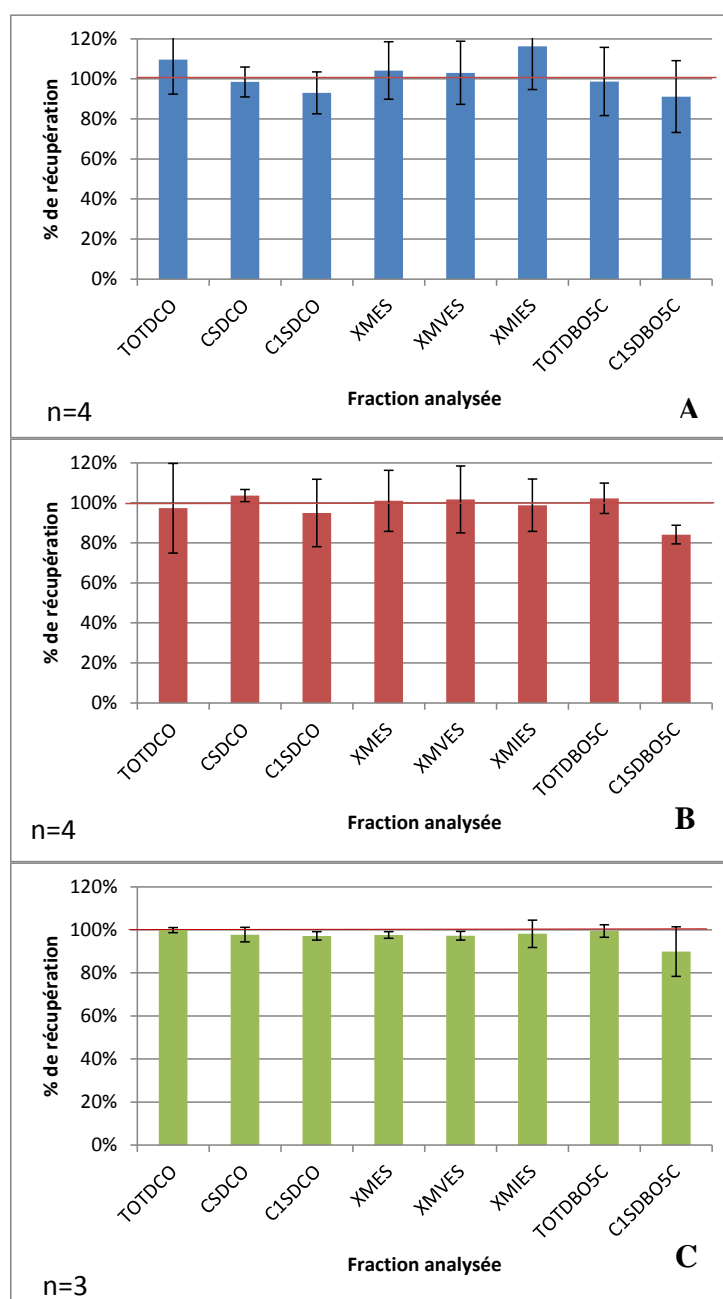


Figure 4-3 : Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur le % de récupération des fractions de TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} , X_{MIES} et TOT_{DBO5C} pour les stations A) Le Gardeur, B) RAEVR et C) St-Hyacinthe.

Les résultats de la Figure 4-3 ont été calculés en effectuant la moyenne de quatre essais effectués à Le Gardeur et à la RAEVR et de trois essais pour St-Hyacinthe. Les barres d'erreurs représentent les écarts types calculés pour ces moyennes. La bouteille d'échantillonnage souillée utilisée pour ces essais affecte très peu l'intégrité composantes analysées et ce, aux trois affluents testés comme il est observé à la Figure 4-3.

Le % de récupération se situe pour la majorité des composantes autour de 100%. La $C_{1S_{DBO5C}}$ semble être légèrement dégradée lorsque l'échantillonnage est effectué dans une bouteille sale. Par contre, les concentrations mesurées à la RAEVR pour cette fraction sont très faibles (Moyenne de 11mg/L) ce qui se traduit en un écart élevé du % de récupération lorsque la concentration mesurée varie peu. Les basses concentrations mesurées à cette StaRRE peuvent également expliquer les écarts types élevés des autres composantes. Les écarts types élevés retrouvés à Le Gardeur peuvent quant à eux être causés par les concentrations variables mesurées d'un essai à l'autre. Les composantes sont particulièrement concentrées pour ces essais par rapport à la moyenne des concentrations retrouvées à cette station. Le coefficient de variation entre les quatre concentrations d'échantillons récoltés par la bouteille nettoyée est de 40%.

La propreté de la bouteille d'échantillonnage semble avoir un faible impact sur les composantes d'azote et de phosphore comme il est illustré à la Figure A2-1 de l'Annexe 2. Des variations importantes sont par contre mesurées pour la composante S_{PO4} à St-Hyacinthe. Comme précédemment mentionné, une possible croissance bactérienne dans les échantillons analysés pourrait expliquer les valeurs obtenues pour ce paramètre.

4.2.3 Délai d'analyse

L'effet du délai d'analyse sur les composantes de l'affluent a également été évalué avec le % de récupération des fractions. Le calcul est effectué selon le rapport de la concentration mesurée après un délai d'analyse de 24, 48 ou 72 h (C_{xh}) et la concentration mesurée le plus rapidement possible après la récolte des échantillons (C_{0h}) et à la StaRRE.

$$\% \text{ de récupération} = \frac{C_{xh} \left(\frac{mg}{L} \right)}{C_{0h} \left(\frac{mg}{L} \right)} \times 100 \quad \text{Éq. 4.3}$$

Les courbes du % de récupération de chaque fraction en fonction du délai d'analyse ont été ensuite tracées pour les échantillons conservés à 4°C et à la température ambiante. Chaque point représenté sur les courbes des Figures suivantes est obtenu en effectuant la moyenne de quatre essais et les barres d'erreurs représentent les écarts types calculés à partir de ces moyennes. L'évolution des % de récupération en fonction du délai d'analyse des échantillons entreposés à température ambiante est illustrée à la Figure 4-4.

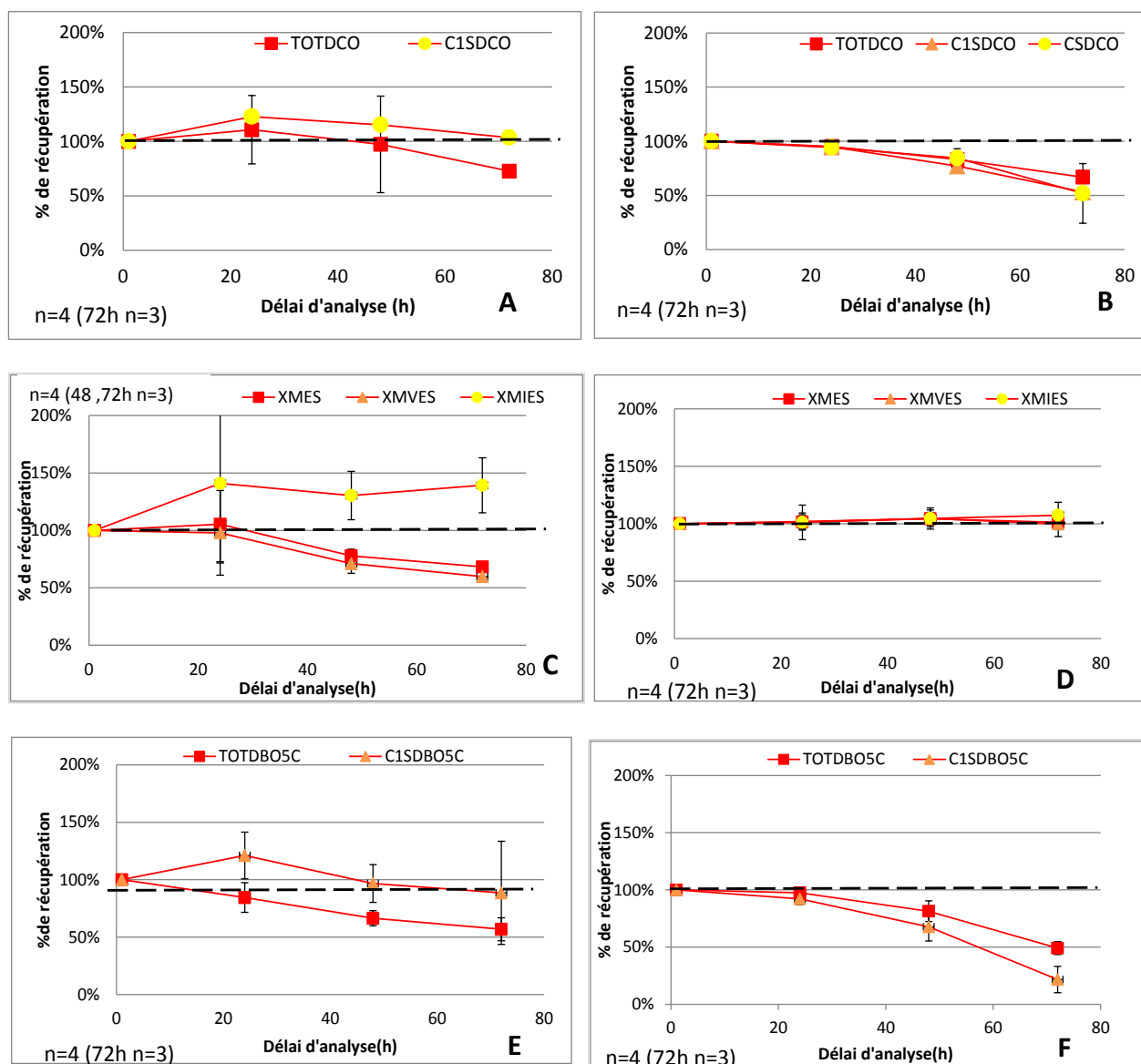


Figure 4-4 : % de récupération des composantes de la DCO à Le Gardeur (A) et St-Hyacinthe (B) de X_{TSS} , X_{VSS} et X_{ISS} à Le Gardeur (C) et St-Hyacinthe (D) et des composantes de la DBO_{5C} à Le Gardeur (E) et à St-Hyacinthe (F) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à température ambiante.

Le % de récupération des composantes de la DCO ne semble pas évoluer de la même façon selon la StaRRE d'origine de l'échantillon. Une baisse de la DCO totale et filtrée de 24 et 48% après un délai d'analyse de 72 h est observée à la Figure 4-4b. À Le Gardeur, la dégradation de la TOT_{DCO} est de 27% alors que la $C1S_{DCO}$ augmente entre un délai de 1 à 24 h et diminue par la suite pour revenir à la valeur de concentration moyenne initiale.

L'enlèvement des composantes particulaires est également observée avec une diminution moyenne de 40% de la valeur mesurée initiale après 72 h pour les X_{MES} et X_{MVES} (Figure 4-4c). Ce même graphique démontre également une hausse des X_{MIES} en fonction du temps ce qui est peu probable puisque cette fraction contient principalement des composés inorganiques qui ne sont pas dégradés. Une faible masse résiduelle d'environ 2,0 mg a été mesurée sur les filtres après leur passage à 550°C et pourrait expliquer les valeurs très variables observées. Les coefficients mesurés entre les réplicats étaient également très élevés pour les analyses de MIES. La baisse des composantes particulaires est presque nulle à St-Hyacinthe est observée à la Figure 4-4d.

À Le Gardeur (Figure 4-4e), une augmentation de la C_1S_{DBO5C} après un délai de 24 h est observée inversement à une dégradation la DBO_5C totale. Après un délai d'analyse de 48 et 72 h, une dégradation plus lente de la C_1S_{DBO5C} que la TOT_{DBO5C} est observé. Puisque la matière particulaire est plus lente à hydrolyser que la matière filtrée, il est peu logique d'observer un tel résultat. Les valeurs mesurées de la C_1S_{DBO5C} d'un essai à l'autre sont très faibles (entre 9 et 41mg/L) et pourraient également expliquer les écarts types élevés entre les essais.

Le % de récupération des composantes de la DCO et des composantes particulaires en fonction du délai d'analyse des échantillons entreposés à 4°C est représenté par les courbes de la Figure 4-5.

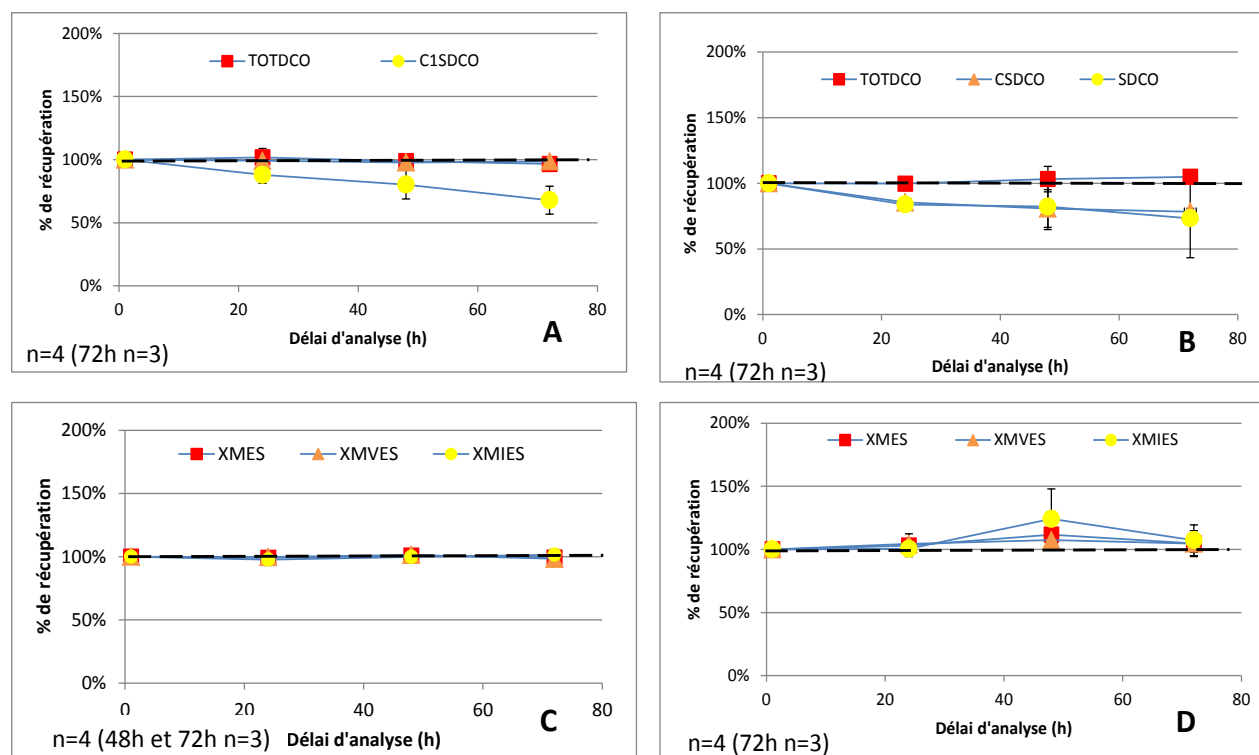


Figure 4-5 : % de récupération des composantes de DCO à Le Gardeur (A) et St-Hyacinthe (B), de X_{TSS} , X_{VSS} et X_{ISS} à la RAEVR (C) et St-Hyacinthe (D) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à 4°C.

Une baisse importante de la C_1S_{DCO} est remarquée pour les stations de Le Gardeur et de St-Hyacinthe comme illustré à la Figure 4-5. La TOT_{DCO} semble toutefois être davantage affectée par le délai d'analyse à St-Hyacinthe qu'à Le Gardeur alors qu'une baisse respective de 8 et 3% est observée par rapport à la concentration initiale mesurée. Les composantes particulières ne semblent pas être affectées par le délai d'analyse indépendamment de l'affluent testé ce qui est en opposition à l'évolution des % de récupération des composantes de la DBO_5C démontré à la Figure suivante :

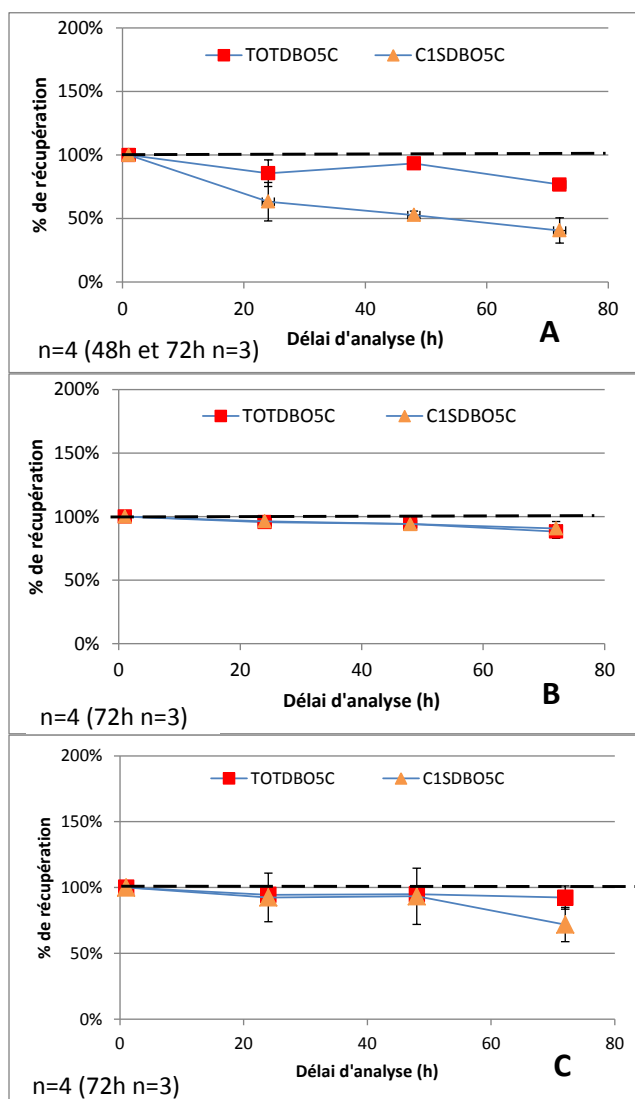


Figure 4-6: % de récupération des composantes de la DBO_5C à la RAEVR (A), St-Hyacinthe (B) et à Le Gardeur (C) en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à 4°C.

Une baisse importante de la $\text{C}_1\text{SDBO}_5\text{C}$ de l'affluent de la RAEVR est observée à la Figure 4-6a malgré la réfrigération de l'échantillon. Les concentrations de $\text{C}_1\text{SDBO}_5\text{C}$ sont également très faibles pour ces essais et un coefficient de corrélation (CV) entre les triplicatas >15% a pu être mesuré. La baisse du % de récupération des échantillons de St-Hyacinthe est nettement moins élevée à 4°C qu'à la température ambiante (Figure 4-4f) et le délai d'analyse semble beaucoup moins affecter les composantes de la DBO_5C (Baisse de 8%) pour cet affluent que celui de la RAEVR (Baisse de 23%). Les résultats détaillés en Annexe 3 permettent également d'observer que la DBO_5C de l'affluent de la RAEVR baisse davantage lors d'un entreposage à 4°C plutôt

qu'à 20°C. Les écarts types des % de récupérations moyens des échantillons entreposés à 20°C sont très élevés et entraîne l'exclusion de cette série de données. Les composantes particulières sont très peu affectées par le délai d'analyse à 4°C (Figure 4-5b). Finalement, les résultats obtenus pour l'affluent de Le Gardeur sont similaires à ceux de St-Hyacinthe à l'exception d'une baisse plus marquée de la C_1S_{DBO5C} .

L'effet du délai d'analyse sur les composantes d'azote et de phosphore est plutôt minime pour les trois affluents et ce, peu importe la température d'entreposage. Le % de récupération se maintient autour de 100% pour les fractions de TKN, S_{NH4} et TP contrairement à la composante S_{PO4} qui évolue de façon très différente dépendamment de l'affluent testé. La Figure 4-7 ci-dessous permet de visualiser ces tendances.

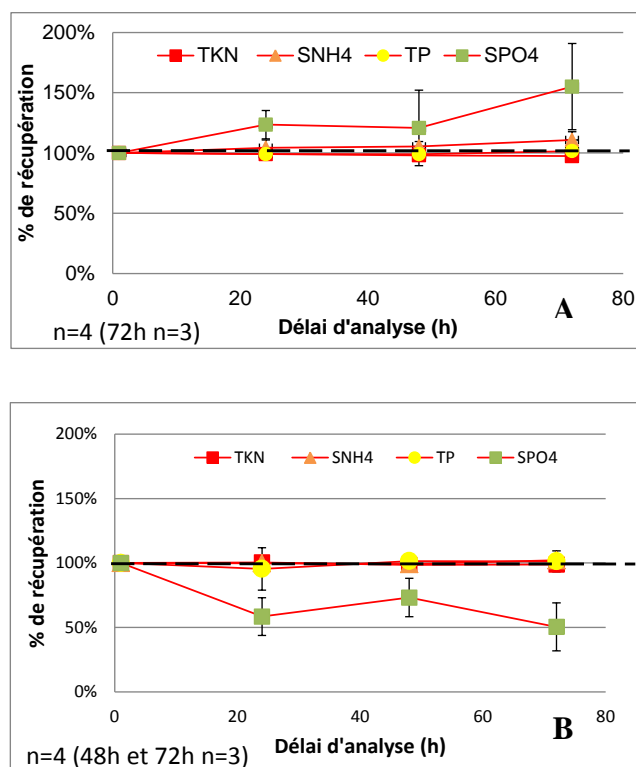


Figure 4-7 : % de récupération des fractions d'azote et de phosphore en fonction du délai d'analyse des échantillons conservés à température ambiante de Le Gardeur (A) et de la RAEVR (B).

Il est attendu que les orthophosphates soient utilisés par la biomasse lors de sa croissance, provoquant une baisse du % de récupération de la S_{PO4} . La valeur de la fraction $f_{S_{PO4_TP}}$ moyenne mesurée à Le Gardeur est de $0,40 \pm 0,07$ ce qui se situe dans les valeurs typiques. Même si l'écart type des moyennes mesurées est plus élevé que pour les autres composantes analysées, les

valeurs de % de récupération mesurés sont de 155, 196, 140 et 129% après un délai de 72 h ce qui semble confirmer la hausse de la composante. Des boues d'alun sont rejetées dans le réseau d'égout et peuvent se déverser dans l'affluent de Le Gardeur. Ce rejet pourrait provoquer la coagulation et la précipitation du phosphore, qui serait relargué dans l'eau durant le délai. La fraction $f_{\text{SPO}_4\text{-TP}}$ mesurée à la RAEVR est beaucoup plus basse que les valeurs typiques ($0,19 \pm 0,05$) et la concentration en matière organique et biodégradable est également plus faible qu'à Le Gardeur.

Le développement d'une coloration noire des échantillons conservés à température pièce a pu être observé des deux stations après un délai de 24 h (Figure 4-8). Ce phénomène peut alors indiquer la présence de conditions d'anaérobiose développées dans les échantillons qui ne sont pas aérés durant leur entreposage.



Figure 4-8 : Échantillon d'affluent prélevé à Le Gardeur conservé pendant 24 h à 4°C (A) et à température ambiante (B)

L'augmentation de l'intensité de la couleur noire a pu être observée en fonction du délai d'analyse aux affluents récoltés aux trois StaRRE.

4.3 Effets des paramètres d'échantillonnage sur les fractions des eaux usées

Les prochaines sections présentent l'effet des trois paramètres d'échantillonnage précédent sur les fractions mesurées dans les affluents plutôt que sur les % de récupération. Les valeurs utilisées pour les calculs de fractions sont les mêmes que celles utilisées pour le calcul des % de récupération. Les fractions $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ ont été calculées à partir de la concentration de la DCO mesurée après filtration à 0,45 μm représentée par la $C_1\text{S}_{\text{DCO}}$.

4.3.1 Température d'échantillonnage

Les valeurs moyennes de fractions ont été calculées pour les échantillons prélevés à 4°C et à température ambiante à partir des mêmes données de concentrations utilisées pour calculer les % de récupération présentés dans les sections précédentes. Les résultats suivants sont obtenus à partir des moyennes de quatre essais.

Tableau 4-2 : Effet de la température d'échantillonnage sur les fractions de l'affluent de St-Hyacinthe

Fraction	Unités	Réfrigéré			Non-Réfrigéré			P	Valeur typique		
		Moyenne	±	n	Moyenne	±	n		Basse	Moyenne	Élevée
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,91	0,09	4	1,94	0,09	4	68%	1,9	2,04	2,2
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,56	0,01	4	0,52	0,00	4	0,06%	-	-	-
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,55	0,02	4	0,48	0,01	4	0,08%	0,38	0,44	0,50
f _{XDCO_XMVES}	g XDCO/g MVES	1,75	0,25	4	1,71	0,05	4	78%	1,5	1,6	1,7
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,74	0,04	4	0,77	0,03	4	32%	0,75	0,81	0,85
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,42	0,07	3	0,36	0,01	3	27%	6	9	12
f _{SPO4-TP}	g PO4-P/g P	0,08	0,07	3	0,02	0,01	3	20%	0,66	0,73	0,80
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	21,0	2,8	3	19,8	2,9	3	60%	20	40	60
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	140	13	3	134	16	3	64%	0,3	0,5	0,6

Les résultats retrouvés au Tableau 4-2 permettent de constater que la température d'échantillonnage ne semble pas causer d'effet important sur la valeur des fractions. La non-réfrigération de l'autoéchantillonneur semble causer une légère baisse des fractions f_{CSDCO_DCO} et f_{C1SDCO_DCO} ce qui indiquerait que la proportion de DCO filtrée diminue par rapport à la DCO totale de l'échantillon. Ceci est en accord avec les valeurs de concentrations mesurées et les % de récupération illustrés dans les sections précédentes. Les valeurs très faibles de P de 0,06% et 0,08% pour ces fractions indiquent également que la série d'essais réfrigérés et non-réfrigérés ne semblent pas appartenir à la même population indiquant alors que l'effet de la température d'échantillonnage y est plus significatif.

La fraction f_{XMVES_XMES} augmente lorsque l'échantillon est prélevé à la température ambiante de la station indiquant alors une hausse des X_{MVES} par rapport aux X_{MES} de l'eau usée. L'analyse des % de récupération mesurés à St-Hyacinthe permettent d'observer qu'il y a une accumulation de X_{MES} et X_{MVES} lorsque les échantillons sont prélevés à la température ambiante (Figure 4-1) et que la hausse des X_{MVES} est effectivement supérieure à celle des X_{MES} malgré les écarts types élevés associés à ces mesures.

La bouteille d'échantillonnage utilisée pour prélever l'eau usée à température ambiante avait une embouchure plus large que celle maintenue à 4°C. Cette différence dans la morphologie des

bouteilles utilisées pourrait avoir favorisé une certaine évaporation de l'échantillon pendant son prélèvement et concentrer ainsi les matières particulaires dans l'eau. L'évaporation obtenue pourrait également expliquer que les fractions reliées à la TOT_{DCO} semblent moins affectées par le phénomène et leur dégradation serait possiblement sous-estimée.

La fraction f_{XDCO_XMVES} diminue lors de l'échantillonnage à 20°C mais l'écart type de la mesure moyenne de l'eau prélevée à 4°C est plus élevé que celle prélevée à 20°C. Les résultats détaillés des valeurs de fractions obtenues à chaque essai permettent d'observer qu'inversement, la fraction est plus élevée pour les échantillons prélevés à 20°C (Tableau A3-5). Un des essais a une valeur de la fraction beaucoup plus élevée faisant monter alors la moyenne (2,11). Aucun événement en particulier ne permet d'exclure cette donnée.

La valeur de la fraction f_{SPO4_TP} est très faible comparativement à la valeur typique se situant entre 0,3 et 0,6 (Tableau 2-1). Malgré les faibles écarts types reliés aux ratios calculés, il est difficile de considérer ces valeurs valides étant donné la contamination des échantillons utilisés pour les analyses. La deuxième série de campagne d'échantillonnage effectuée à St-Hyacinthe ne permet pas de déterminer d'effets significatifs sur f_{SPO4_TP} (Tableau A3-38) Finalement, une valeur de P inférieure à 5% est observée seulement pour les fractions f_{C1SDCO_DCO} et f_{CSDCO_DCO}

Tableau 4-3 : Effet de la température d'échantillonnage sur les fractions de l'affluent de Le Gardeur

Fraction	Unités	Réfrigéré			Non-Réfrigéré			P	Valeur typique		
		Moyenne	±	n	Moyenne	±	n		Basse	Moyenne	Élevée
f_{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,29	0,23	7	2,31	0,39	7	97%	1,9	2,04	2,2
f_{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	7	-	-	7	-	-	-	-
f_{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,04	7	0,23	0,05	7	68%	0,38	0,44	0,50
f_{XDCO_XMVES}	g XDCO/g MVES	1,86	0,20	7	1,66	0,15	7	4%	1,5	1,6	1,7
f_{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,84	0,04	7	0,87	0,03	7	18%	0,75	0,81	0,85
f_{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,59	0,04	7	0,50	0,05	7	1%	6	9	12
f_{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,37	0,06	7	0,30	0,08	7	12%	0,66	0,73	0,80
f_{DCO_TKN}	g DCO/g N	17,1	2,0	7	15,9	2,7	7	37%	20	40	60
f_{DCO_TP}	g DCO/g P	117	17	7	110	22	7	48%	0,3	0,5	0,6

L'effet de la température d'échantillonnage sur les fractions mesurées à Le Gardeur est le même qu'à St-Hyacinthe comme le détaille le Tableau 4-3. L'ampleur des effets est toutefois différente pour quelques fractions. La fraction f_{XDCO_XVSS} est davantage diminuée par l'échantillonnage à température ambiante à Le Gardeur qu'à St-Hyacinthe. La valeur de P de 4% confirme d'ailleurs cette observation. La fraction f_{DCO_DBO5C} semble affectée par la température d'échantillonnage mais l'écart type élevé relié à la mesure ainsi que la valeur de P très élevée et indique que cet

effet est non significatif. Une des causes supposées de ces écarts seraient la variabilité des concentrations mesurées en DCO dans l'affluent d'un essai à l'autre à Le Gardeur contrairement à St-Hyacinthe où les valeurs de TOT_{DCO} et de C_{1SDCO} sont beaucoup plus constantes à travers les essais. Les moyennes calculées et la valeur de P associée à la fraction f_{XDCO_XVSS} démontrent que cette dernière baisse lors de son échantillonnage à 20°C de façon significative, contrairement à ce qui est observé à St-Hyacinthe.

Une baisse de f_{SPO4_TP} et de f_{NH4_TKN} est aussi observée. À Le Gardeur, les valeurs de f_{SPO4_TKN} sont comprises dans les valeurs typiques et la faible variabilité des concentrations mesurées entre les essais permet de déterminer plus clairement que l'échantillonnage à 4°C cause une diminution de la fraction. Par contre, les valeurs respectives de P de 1% pour f_{NH4_TKN} et de 12% pour f_{SPO4_TP} indique que seul f_{NH4_TKN} est affecté par la température de l'échantillonnage.

4.3.2 Propreté de la bouteille

La propreté du contenant d'échantillonnage ne semble pas affecter de façon significative les fractions contenues dans l'affluent. Les essais menés sur l'affluent de Le Gardeur semblent indiquer qu'il y a un léger effet observable mais les valeurs de P sont $> 5\%$ pour toutes les fractions. Les valeurs moyennes obtenues après quatre essais sont détaillées dans le Tableau 4-4.

Tableau 4-4 : Effet de la propreté de la bouteille d'échantillonnage sur les fractions de l'affluent de Le Gardeur

Fraction	Unités	Propre			Sale			P	Valeur typique		
		Moyenne	±	n	Moyenne	±	n		Basse	Moyenne	Élevée
f_{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,29	0,26	4	2,57	0,59	4	40%	1,9	2,04	2,2
f_{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	4	-	-	4	-	-	-	-
f_{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,09	4	0,20	0,08	4	56%	0,38	0,44	0,50
f_{XDCO_XMVES}	g XDCO/g MVES	2,13	0,63	4	2,44	1,00	4	62%	1,5	1,6	1,7
f_{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,89	0,02	4	0,87	0,01	4	39%	0,75	0,81	0,85
f_{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,58	0,10	2	0,57	0,11	2	92%	6	9	12
f_{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,35	0,01	2	0,34	0,04	2	89%	0,66	0,73	0,80
f_{DCO_TKN}	g DCO/g N	22,6	12,4	3	22,5	12,3	3	100%	20	40	60
f_{DCO_TP}	g DCO/g P	151	77	3	162	83	3	87%	0,3	0,5	0,6

L'affluent récolté par la bouteille sale a des valeurs moyennes de f_{DCO_DBO5C} et f_{C1SDCO_DCO} plus faibles que l'affluent prélevé avec la bouteille propre. L'effet inverse est observé pour la fraction f_{XDCO_XMVES} , supposant alors une augmentation de la X_{DCO} ou une baisse des MVES causée par les dépôts et biofilms restants dans la bouteille sale. Les concentrations mesurées sont très variables d'un essai à l'autre soit de 327, 602, 803 et 472 mg DCO/L pour les affluents récoltés avec la bouteille propre (Tableau A3-8). Ces concentrations permettent aussi d'observer que le %

de récupération de la fraction X_{DCO} semble augmenter avec la saleté de contenant d'échantillonnage ($116 \pm 22\%$) ce qui concorderait avec la baisse de la DCO filtrée. Par contre, l'écart type très élevé (CV de 41%) rend difficile l'interprétation de ces données. Les différences de composition d'affluents récoltés d'un essai à l'autre pourraient expliquer une variabilité de l'ampleur de certaines interactions chimiques des composantes de l'affluent et par le fait même, expliquer les résultats obtenus. Les fractions $f_{\text{DCO_DBO5C}}$, $f_{\text{DCO_TP}}$ ont également des écarts types très élevés. Il est important de mentionner que des échantillons ont été échappés avant l'analyse de S_{NH4} et S_{PO4} , réduisant les essais valides à 2 et rendant ainsi moins représentatives les valeurs mesurées.

L'affluent récolté à St-Hyacinthe permet alors de constater que les résultats obtenus sont très semblables à ceux récoltés à Le Gardeur. La propreté de la bouteille d'échantillonnage semble avoir un effet presque nul sur les fractions des eaux usées.

Tableau 4-5 : Effet de la propreté de la bouteille d'échantillonnage sur les fractions de l'affluent de St-Hyacinthe

Fraction	Unités	Propre			Sale			P	Valeur typique		
		Moyenne	±	n	Moyenne	±	n		Basse	Moyenne	Élevée
$f_{\text{DCO_DBO5C}}$	g DCO/g DBO5	1,91	0,07	3	1,90	0,11	3	35%	1,9	2,04	2,2
$f_{\text{CSDCO_DCO}}$	g DCO/g DCO	0,55	0,01	3	0,56	0,01	3	40%	-	-	-
$f_{\text{C1SDCO_DCO}}$	g DCO/g DCO	0,53	0,02	3	0,54	0,02	3	12%	0,38	0,44	0,50
$f_{\text{XDCO_XMVES}}$	g XDCO/g MVES	1,72	0,05	3	1,62	0,07	3	89%	1,5	1,6	1,7
$f_{\text{XMVES_XMES}}$	g MVES/g MES	0,76	0,05	3	0,76	0,03	3	93%	0,75	0,81	0,85
$f_{\text{NH4_TKN}}$	g NH4-N/g N	0,40	0,09	3	0,43	0,08	3	94%	6	9	12
$f_{\text{SPO4-TP}}$	g PO4-P/g P	0,06	0,06	3	0,10	0,07	3	93%	0,66	0,73	0,80
$f_{\text{DCO_TKN}}$	g DCO/g N	20,2	2,3	3	20,5	3,2	3	46%	20	40	60
$f_{\text{DCO_TP}}$	g DCO/g P	137	9	3	136	13	3	66%	0,3	0,5	0,6

La fraction $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ de l'échantillon provenant de la bouteille semble également augmenter et les écarts types mesurés sont beaucoup plus faible qu'à Le Gardeur avec un CV de 3%. Par contre la valeur P est très élevée ce qui permet de déterminer que l'effet n'est pas significatif sur $f_{\text{XDCO_XMVES}}$. Les valeurs des % de récupération et de fractions mesurées à St-Hyacinthe ne permettent pas de déterminer un effet significatif de la propreté de la bouteille sur les composantes de l'affluent.

Il est à noter que la bouteille utilisée contenait peu de biofilm sur les parois et que ce biofilm séchait pendant une semaine entre les essais. Même si aucun lavage n'était appliqué à la bouteille après son utilisation, certains dépôts pouvaient s'enlever lors de son égouttage.

4.3.3 Délai d'analyse

L'effet du délai d'analyse sur les fractions de l'affluent est exprimé avec des courbes représentant l'évolution de leur valeur en fonction du délai d'analyse.

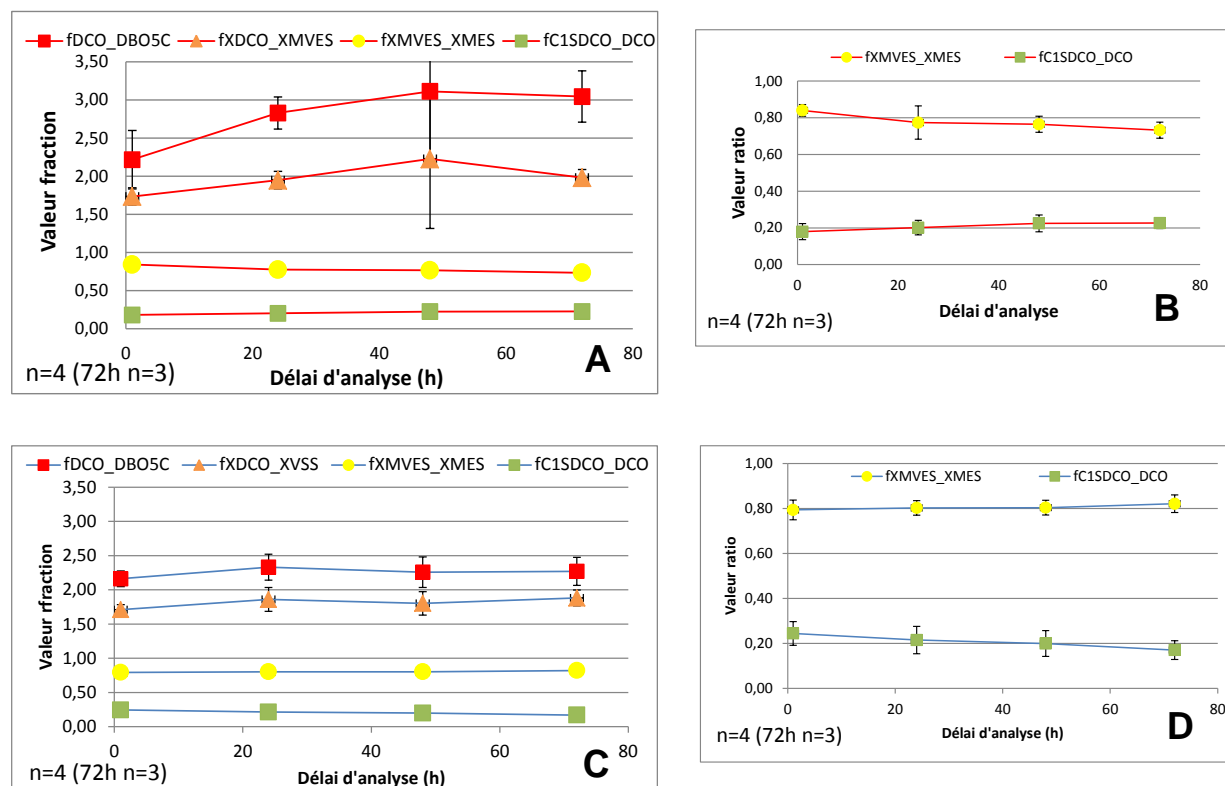


Figure 4-9: Effet du délai d'analyse sur les fractions de l'affluent de Le Gardeur à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D)

La fraction $f_{\text{DCO_DBO5C}}$ semble être affectée par la conservation de l'échantillon à la température ambiante davantage qu'à 4°C. La fraction augmente de façon considérable passant de 2,22 à 3,04 après un délai de 72 h. Une baisse est observable entre la mesure à 48 h et la mesure à 72 h. La baisse importante de la TOT_{DCO} dans cet intervalle peut expliquer la baisse observée. La concentration moyenne mesurée à 48 h est de 362 mg DCO/L et de 294 mg DCO/L à 72 h alors que la concentration moyenne de $\text{TOT}_{\text{DBO5C}}$ passe de 120 à 111 mg DBO₅/L.

La fraction $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ augmente également en fonction du délai d'analyse. La Figure 4-9a permet également d'observer que la valeur mesurée après un délai d'analyse de 48 h a un écart type élevé. Un des essais effectués a permis de mesurer un % de récupération très élevé de 164%

pour cette valeur alors que pour les autres essais des valeurs de 78,75 et 73% ont été mesurés. Il est difficile d'exclure les données de l'essai résultant à une valeur de 164% puisque les CV des réplicats des concentrations mesurées sont inférieurs au critère de 10% et aucun événement particulier lors de l'analyse ne justifierait une exclusion de la donnée. La hausse de la fraction f_{XDCO_XMVES} signifie que les X_{MVES} se dégradent plus rapidement que la X_{DCO} dans l'échantillon alors que l'inverse aurait été plutôt attendu. Les résultats de % de récupération des composantes particulières et de la DCO en fonction du délai d'analyse (Figure 4-4) permettent effectivement de visualiser que les X_{MVES} sont dégradées plus rapidement que la DCO.

Les résultats obtenus de l'évolution des fractions en fonction du délai d'analyse pour l'affluent de St-Hyacinthe permettent à l'inverse d'observer une baisse de f_{XDCO_XMVES} en fonction du délai d'analyse comme le démontre la Figure suivante. Les résultats sont moins variables pour cet affluent.

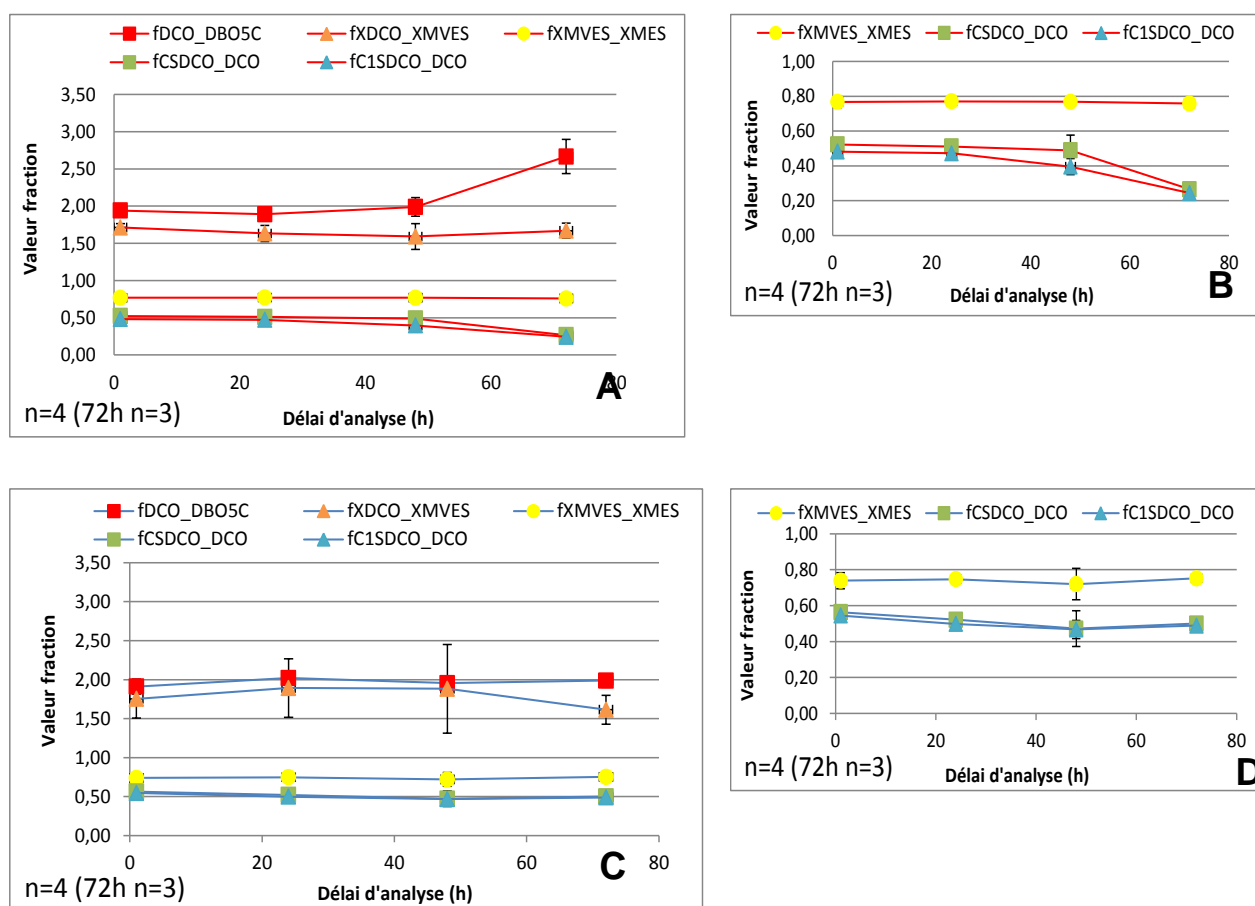
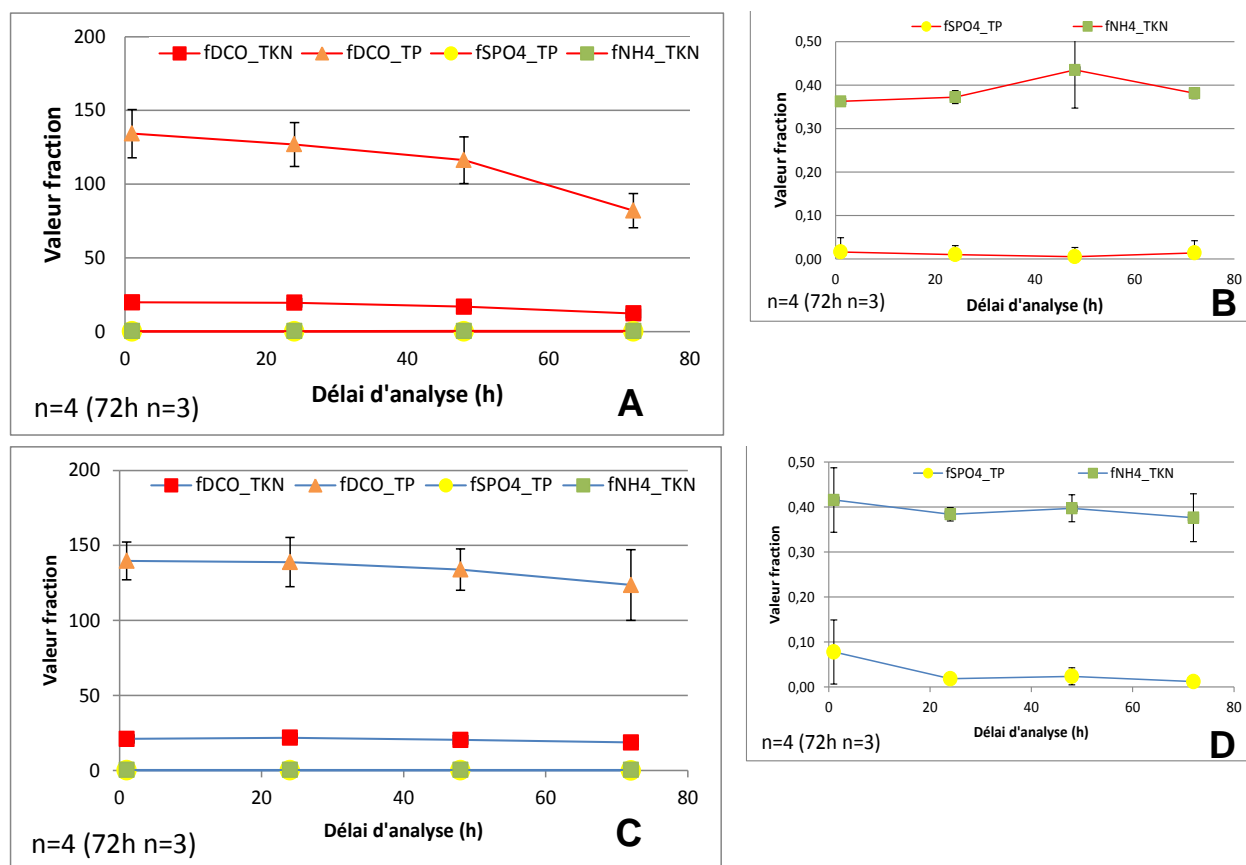


Figure 4-10 : Effet du délai d'analyse sur les fractions de l'affluent de St-Hyacinthe à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D)

Comme observé à Le Gardeur, la fraction $f_{\text{DCO_DBO5}}$ augmente en fonction du délai d'analyse lors de l'entreposage à température ambiante, passant de 1,94 à 2,67 après un délai de 72 h. La fraction $f_{\text{XDCO_MVES}}$ diminue après un délai 48 h et augmente après 72 h. Les % de récupération moyens permettent d'observer à l'intervalle 48-72 h un maintien de la X_{DCO} à 97% parallèlement à une baisse de 105 à 100% des X_{MVES} . La Figure 4-4d démontre qu'il y a effectivement une légère hausse des X_{MVES} dans ces échantillons avec toutefois un écart type plus élevé que la hausse elle-même ($\pm 7\%$). Ces variations dans les tendances observées se résument à une baisse moyenne de 0,04 de la fraction $f_{\text{XDCO_MVES}}$ en 72 h, avec un écart type de 0,10 sur la mesure



obtenue après un délai de 72 h.

Figure 4-11 : Effet du délai d'analyse sur les fractions d'azote et de phosphore de l'affluent de St-Hyacinthe à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D)

La réfrigération semble ralentir la baisse de toutes les fractions mais une hausse de $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ est aussi observée entre l'intervalle de 24 à 72 h de délai d'analyse. Les écarts types sur ces

mesures sont élevées et peuvent être expliquées par des faibles variations des concentrations mesurées en fonction du délai d'analyse. Finalement, la fraction $f_{\text{XMVES_XMES}}$ est peu affectée par le délai d'analyse et la température d'entreposage durant ce délai alors que les fractions $f_{\text{CSDCO_DCO}}$ et $f_{\text{CISDCO_DCO}}$ sont enlevées. La baisse est davantage marquée lors d'un entreposage à 20°C après un délai de 72 h alors que la dégradation est stabilisée après la même période de temps à 4°C.

L'évolution des fractions d'azote et de phosphore à St-Hyacinthe est démontrée à la Figure 4-11. Les fractions $f_{\text{DCO_TP}}$ et $f_{\text{DCO_TKN}}$ diminuent avec le délai d'analyse et ce, peu importe la température de conservation. Ceci est attendu puisque la DCO est assimilée plus rapidement que l'azote et le phosphore par la biomasse contenu dans l'eau. La réfrigération semble ralentir cette dégradation mais des écarts types élevés peuvent être observés pour la mesure de la $f_{\text{DCO_TP}}$. Cette variabilité peut être expliquée par la constance des concentrations mesurées de phosphore total entre les essais contrairement aux concentrations mesurées de la DCO, changeant alors considérablement la valeur de la fraction d'un essai à l'autre. Des pertes d'échantillons avant l'analyse du phosphore total ont réduit le nombre d'essais considérés à deux, diminuant ainsi la validité de la moyenne de la fraction après un délai de 72 h. Les résultats moyens obtenus de trois essais à la RAEVR permettent d'observer des tendances similaires à celles de St-Hyacinthe.

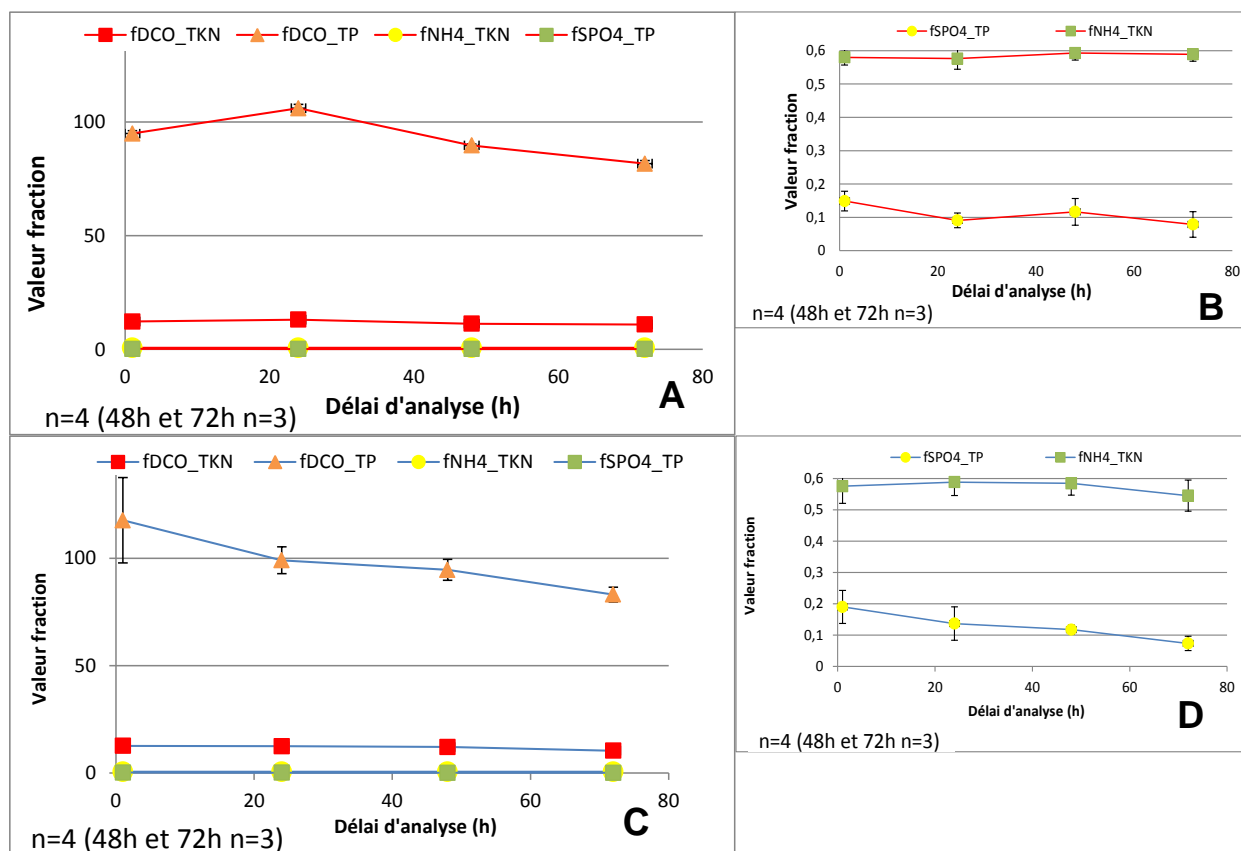


Figure 4-12 : Effet du délai d'analyse sur les fractions d'azote et de phosphore de l'affluent de la RAEVR à une température d'entreposage de 20°C (A et B) et 4°C (C et D)

Après un délai de 24 h à température ambiante, la f_{DCO_TP} augmente passant de 94,9 à 106,1. Ceci est en accord avec les courbes de % de récupération pour cette station (Figure 4-4a) selon lesquelles la fraction de DCO totale augmente également après un délai de 24 h.

La Figure suivante permet de visualiser clairement l'évolution des fractions f_{SPO4} et f_{NH4_TKN} pour l'affluent de la RAEVR

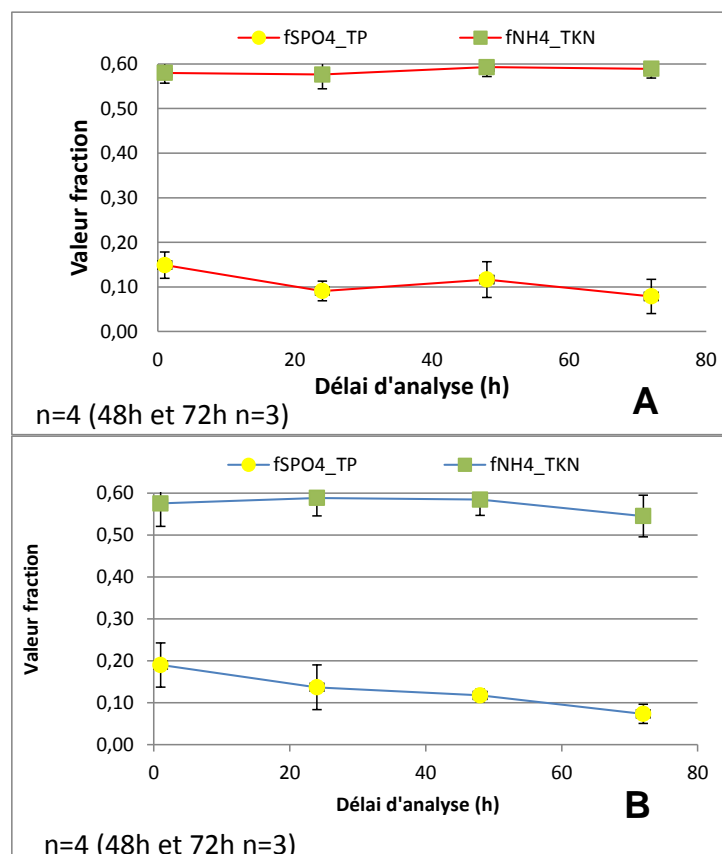


Figure 4-13 : Effet du délai d'analyse sur les fractions f_{SPO4_TP} et f_{NH4_TKN} de l'affluent de la RAEVR à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B)

Alors que la fraction f_{SPO4_TP} diminue en fonction du délai, la fraction f_{NH4_TKN} ne semble pas en être affectée. La conservation à 4°C semble diminuer davantage la valeur des orthophosphates mais la concentration initiale mesurée plus élevée peut expliquer ce résultat.

4.4 Effet des méthodes de conservation de l'échantillon

Les sections suivantes détaillent les effets des méthodes de conservation sur les fractions de la DCO et de la DBO_5C . L'effet de l'acidification de l'eau usée sera d'abord traité, suivi par l'effet de la congélation sur la DBO_5C totale et filtrée.

4.4.1 Acidification

Le % de récupération des composantes a été calculé selon l'Équation 4.3 afin de représenter l'effet de l'acidification sur la préservation de l'échantillon en fonction du temps. La Figure suivante représente l'évolution de la DCO des échantillons avec et sans l'ajout d'acide, entreposés à température ambiante et à 4°C.

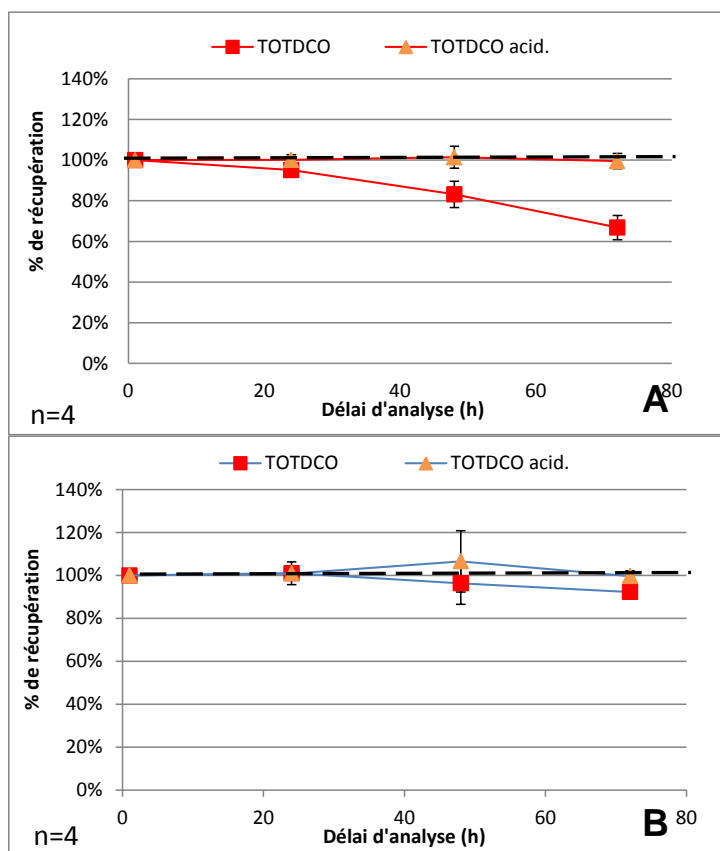


Figure 4-14 : Effet de l'acidification de l'affluent de St-Hyacinthe sur la conservation de la TOT_{DCO} à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B)

L'acidification semble arrêter complètement la baisse de la DCO peu importe la température de conservation. Après un délai de 72 h, le % de récupération de la DCO est évalué à 100% pour l'échantillon acidifié alors que l'échantillon non acidifié diminue de 33%.

Le rapport entre la concentration initiale acidifié et la concentration initiale non acidifiée permet par contre de constater que l'acidification semble dégrader légèrement la TOT_{DCO} . Le Tableau suivant présente les moyennes calculées des % de récupération de quatre essais pour chacune des trois StaRRE.

Tableau 4-6 : Effet de l'acidification sur la concentration initiale de la DCO totale de l'eau des échantillons de St-Hyacinthe prélevés à température ambiante et à 4°C (n=4)

Température échantillonnage	% de récupération					
	Le Gardeur		RAEVR		St-Hyacinthe	
	Moyenne	±	Moyenne	±	Moyenne	±
4°C	96%	12%	92%	21%	101%	3%
Ambiante	111%	23%	92%	11%	99%	5%

Les moyennes et écarts types obtenus permettent de constater que la dégradation provoquée par l'acidification est toujours inférieure à l'écart type calculé pour chacune des conditions testées. L'écart type mesuré à St-Hyacinthe est inférieur à celui calculé pour les autres affluents probablement à cause de la valeur de DCO plus élevée permettant de mesurer un ratio DCO dégradée/ DCO totale plus petit.

La quantité totale d'acide ajoutée dans les échantillons ne dépassait généralement pas la proportion suggérée de 0,5% du volume total d'échantillon (APHA et al., 2012). Pour la plupart des échantillons d'eau, 1 mL de H₂SO₄ fut ajouté dans environ 120 mL d'eau usée mais les volumes exacts d'échantillon n'ont pas été mesurés.

Les résultats présentés à la Figure 4-15 permettent de constater que l'effet de l'acidification est très semblable sur les fractions de la DBO₅C. Les moyennes de % de récupération ont été calculées à partir de quatre essais réalisés pendant les mois de Novembre et Décembre 2013 à la StaRRE de St-Hyacinthe.

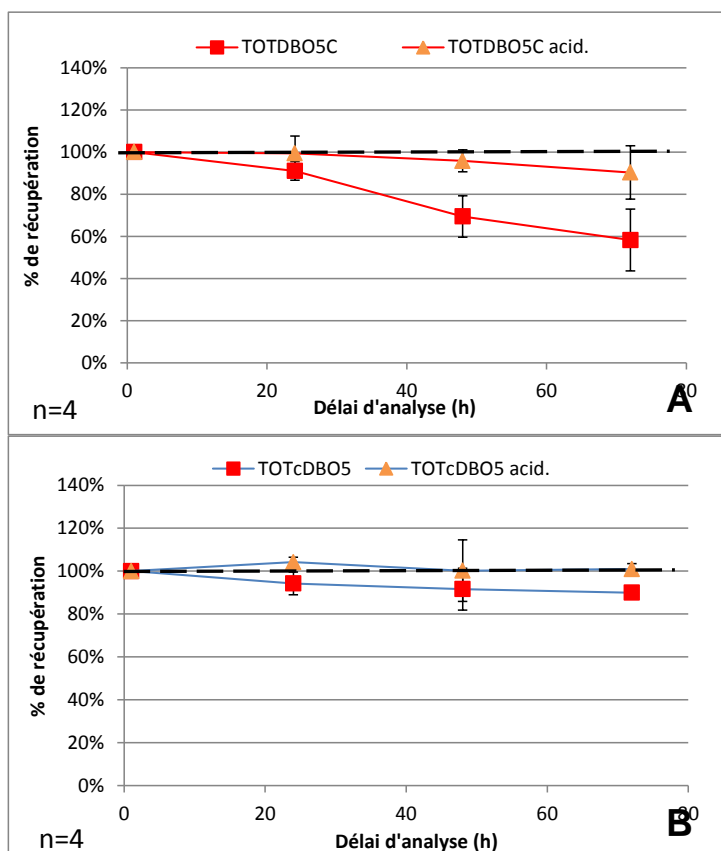


Figure 4-15 : Effet de l'acidification de l'affluent de St-Hyacinthe sur la conservation des composantes de la DBO_5C à une température d'entreposage de 20°C (A) et 4°C (B)

L'acidification semble permettre une meilleure conservation de la DBO_5C lorsque l'échantillon est conservé à température ambiante, diminuant la dégradation de la fraction de 42 à 10% par rapport à la concentration initiale mesurée. Les écarts types élevés des échantillons mesurés après un délai de 48 et 72 h peuvent être expliqués par une méthode d'acidification différente pour les quatre essais effectués. Le pH des bouteilles d'analyses de la DBO_5 du premier essai était remonté à une valeur se situant entre 7,00 et 7,50. La neutralisation de l'eau par le NaOH était rapide étant donné la faible alcalinité de l'eau de dilution utilisée pour le test de la DBO_5C et nécessitait parfois une réacidification. La variation du pH final de chacun des réplicats d'analyse constitue alors une source supplémentaire de variabilité entre les données. Cette série d'essai n'a pas été exclue mais pourrait expliquer la dispersion des données.

L'acidification initiale de l'eau utilisée provoque également une dégradation de la DBO_5C qui est proportionnellement semblable à celle observée pour la DCO totale.

Tableau 4-7: Effet de l'acidification sur la concentration initiale de la DBO_5C totale des échantillons de St-Hyacinthe prélevés à température ambiante et à 4°C ($n=4$)

Température échantillonnage	% de récupération	
	Moyenne	\pm
4°C	78%	6%
Ambiante	81%	6%

Les faibles écarts types semblent confirmer la dégradation de la DBO_5C par l'acidification qui sera discuté plus détail. La température d'échantillonnage ne semble pas influencer la dégradation observée au Tableau 4-7.

4.4.2 Congélation

L'effet de la congélation a été évalué en calculant le % de récupération de la DBO_5C totale et filtrée selon le ratio de la concentration mesurée après congélation et la concentration initiale. Les mesures ont été obtenues à la suite de cinq essais effectués à St-Hyacinthe en Novembre et Décembre 2013.

Tableau 4-8 : Effet de la congélation sur la DBO_5C totale et filtrée de l'affluent de St-Hyacinthe

Composante	% de récupération	
	Moyenne	Écart type
$\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$	85%	13%
$\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$	94%	21%

Une congélation d'une semaine des échantillons semble provoquer une dégradation des fractions $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ et $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ avec une baisse moyenne respective de 15 et 6%. L'écart type mesuré de la mesure de $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ est inférieur à cette baisse mais certains essais incluent des valeurs semblant à l'écart des autres. Un % de récupération calculé de $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ est beaucoup plus élevé que la moyenne (129%) et explique l'écart type élevé associé à cette mesure. Les résultats bruts des concentrations mesurées ne démontrent toutefois pas d'anomalies permettant d'exclure ces essais.

Les conditions de congélation ont été uniformes pour tous les essais mais la durée de décongélation a été variable d'un essai à l'autre, se situant entre 15 et 30 minutes.

4.5 Évaluation des fractions X_H , XC_B , S_B et S_U

Quatre essais de respirométrie ont été effectués sur l'affluent de St-Hyacinthe en Novembre et Décembre 2013 afin d'évaluer l'effet de la température d'échantillonnage et du délai d'analyse sur les fractions X_H , XC_B , S_B et S_U . Les courbes du taux d'utilisation de l'oxygène (TUO) en fonction du temps ont un aspect plutôt irrégulier qui rend difficile un calcul valide des fractions selon la méthode de Wentzel et al. (1995). La Figure suivante donne un exemple d'une des courbes obtenues.

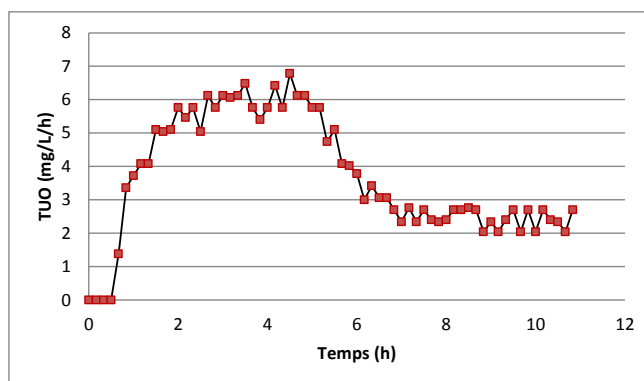


Figure 4-16 : TUO en fonction de temps de 300 mL d'affluent de St-Hyacinthe analysé après un délai d'analyse de 48 h et conservé à température ambiante

La courbe attendue ressemble davantage à celle démontrée à la Figure 3-5 où une croissance exponentielle de la demande en oxygène de la biomasse est observée, suivi d'une chute abrupte de la TUO. Un tel aspect de courbe permet de déterminer clairement les paramètres à utiliser pour les calculs des fractions comme l'aire sous la courbe exponentielle et le temps exact de la chute de la TUO utilisé dans le calcul de S_{DCOB} . Plusieurs courbes ne démontraient aucune croissance exponentielle et ces essais ont donc été exclus. Les essais démontrant une courbe avec une légère croissance exponentielle comme celle retrouvée à la Figure 4-16 ont quand même été utilisées. On retrouve en Annexe 2 les détails des fractions calculées des essais utilisés.

Plusieurs facteurs pourraient être responsables des résultats irréguliers obtenus. Seulement 300 mL d'eau usée ont été versés dans une bouteille d'une capacité totale d'environ 600 mL, laissant alors un espace de tête de 300 mL dans la bouteille. Même si l'air contenu dans l'espace de tête a été purgé avant les essais à l'aide d'une seringue, il se peut qu'un ralentissement de la prise d'oxygène ait été causé par un surplus d'air laissé dans l'échantillon. Des phases de latence allant jusqu'à 2 h ont pu être observées pour certains échantillons. Ceci laisse alors supposer soit une

croissance lente de la biomasse, soit une erreur de mesure de la TUO causée par le temps que prends la biomasse à consommer l'oxygène contenu dans l'espace de tête ou dans l'eau usée elle-même.

Il est aussi possible que le ratio S_B / biomasse (S_0/X_0) contenu dans l'eau usée soit trop faible rendant difficile la croissance des microorganismes causen raison du manque de substrat. La concentration relative de bactéries serait alors trop élevée pour obtenir des résultats concluants.

Le Tableau suivant représente l'évolution du % de récupération des fractions calculées en fonction du délai d'analyse pour les échantillons conservés à température ambiante et à 4°C. Aucun écart type n'a pu être calculé pour les valeurs obtenues après un délai de 24 h et une température de conservation de 4°C puisqu'un seul essai a été considéré comme valide (Voir Annexe 2)

Tableau 4-9 : Effet du délai d'analyse sur le % de récupération des composantes S_{DCO} , S_B et S_U

Température d'entreposage	Composante	Délai d'analyse							
		1h		24h		48h		72h	
		Moyenne	±	Moyenne	±	Moyenne	±	Moyenne	±
		n=3		n=1		n=3		n=2	
4°C	S_{DCO}	100%	0%	88%	NA	95%	19%	87%	38%
	S_B	100%	0%	54%	NA	70%	42%	69%	38%
	S_U	100%	0%	90%	NA	97%	22%	89%	10%
20°C	Composante	n=3		n=3		n=2		n=2	
	S_{DCO}	100%	0%	100%	16%	59%	7%	44%	32%
	S_B	100%	0%	61%	45%	38%	28%	21%	8%
	S_U	100%	0%	104%	15%	62%	11%	47%	37%

Les écarts types des données obtenues sont très grands ce qui rend difficile de distinguer des tendances claires entre les données. De plus, la majorité des moyennes ont été calculées à partir de seulement deux essais puisque les autres courbes de la TUO en fonction du temps étaient trop irrégulières pour pouvoir calculer des composantes valides.

Le bilan de masse moyen des essais effectués est de 102% ± 9% indique que les essais de respirométrie sont majoritairement acceptables (Voir en Annexe 2). Deux essais ont un bilan de masse plus élevé que 110% mais ils ont quand même été pris en compte dans le calcul des valeurs du Tableau 4-9 étant donné le nombre déjà réduit d'essais valides obtenus.

4.6 Validation des données

4.6.1 Comparaison des autoéchantillonneurs

Les résultats suivants représentent le % de récupération moyens obtenus à partir du ratio des concentrations mesurées des échantillons récoltés par les trois autoéchantillonneurs (Auto) utilisés à Saint-Hyacinthe. Trois séries de résultats sont alors représentées, soit Auto 1/Auto2, Auto 1/Auto 3 et Auto 2/ Auto 3.

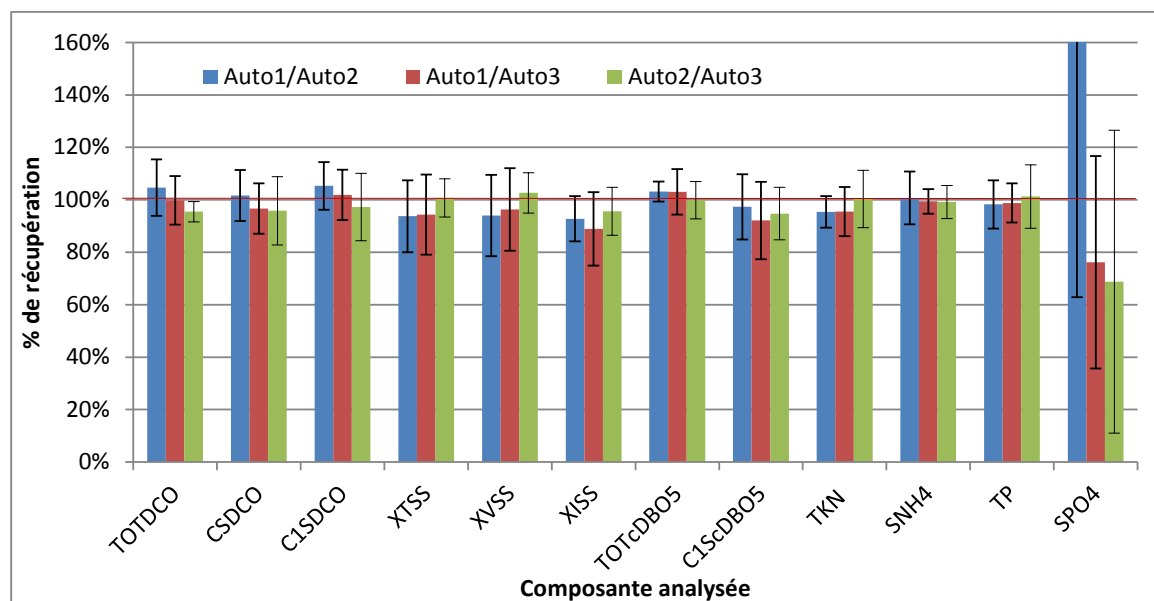


Figure 4-17 : Comparaison des % de récupération moyens des échantillons prélevés par les trois autoéchantillonneurs utilisés à Saint-Hyacinthe

Les moyennes calculées de la composante S_{PO4} à partir des résultats des trois séries ont un écart type très élevé qui est retrouvé dans la plupart des essais expliqués précédemment. Les composantes S_{NH4} et S_{PO4} ont été évaluées par FIA à partir du même échantillon filtré à $0,45\mu m$. La composante S_{NH4} a des écarts types beaucoup plus faibles que ceux calculée pour S_{PO4} indiquant alors que la variabilité mesurée ne semble pas être causée par l'échantillonnage mais plutôt par l'analyse elle-même.

Les mêmes comparaisons ont été effectuées avec les deux échantillonneurs prélevés à Le Gardeur. Seul le ratio des % de récupération Auto1/ Auto 2 a alors été évalué.

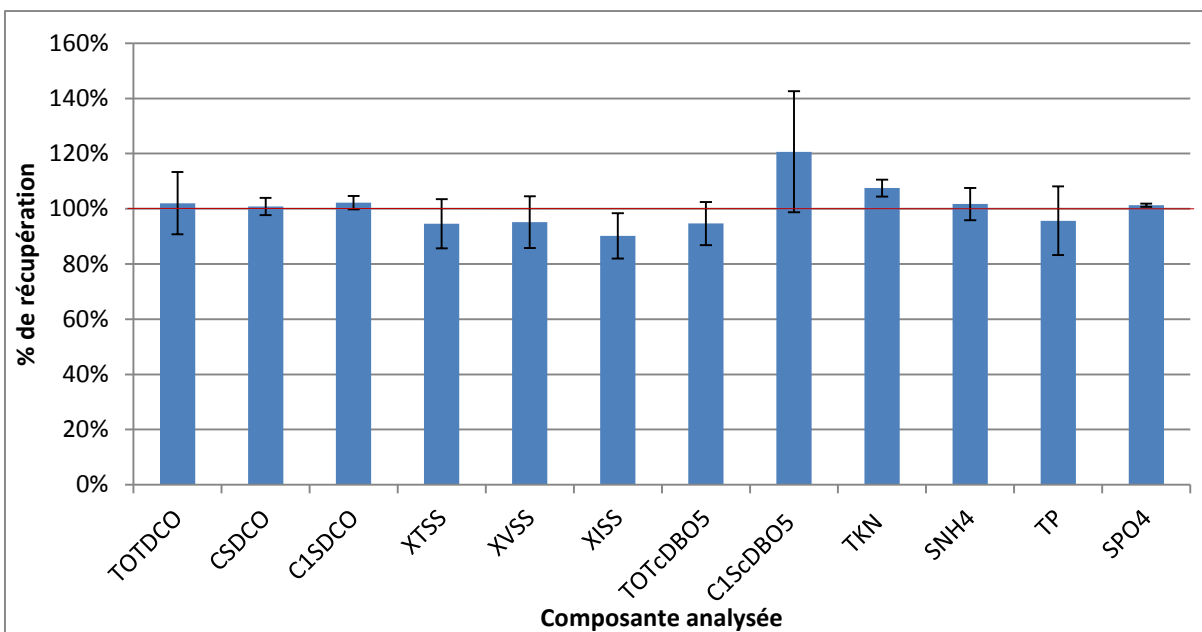


Figure 4-18 : Comparaison des % de récupération moyens des échantillons prélevés par les deux autoéchantillonneurs utilisés Le Gardeur.

Les % de récupération analysés pour la composante C_1S_{DBO5C} démontrent une grande variabilité. Les valeurs des concentrations obtenues pour cette composante permettent de constater qu'un des quatre essais effectué a une différence de concentration entre Auto 1 et Auto 2 beaucoup plus élevée que les deux autres. Les critères de validation des analyses de la DBO_5C sont respectés pour tous les essais et ne permettent pas d'exclure des données en particulier.

4.6.2 Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe

Une courbe des concentrations récoltées par la station de Saint-Hyacinthe entre le 30 Juillet et le 12 Décembre 2013 en fonction des concentrations mesurées en laboratoire (LABO) a été tracée afin de comparer les données issues des deux endroits. La courbe a été tracée afin de comparer les composantes de TOT_{DCO} , X_{TSS} , X_{VSS} et la TOT_{DBO5C} . Ainsi, 12 points ont été comparés et récoltés sur une période de 20 semaines.

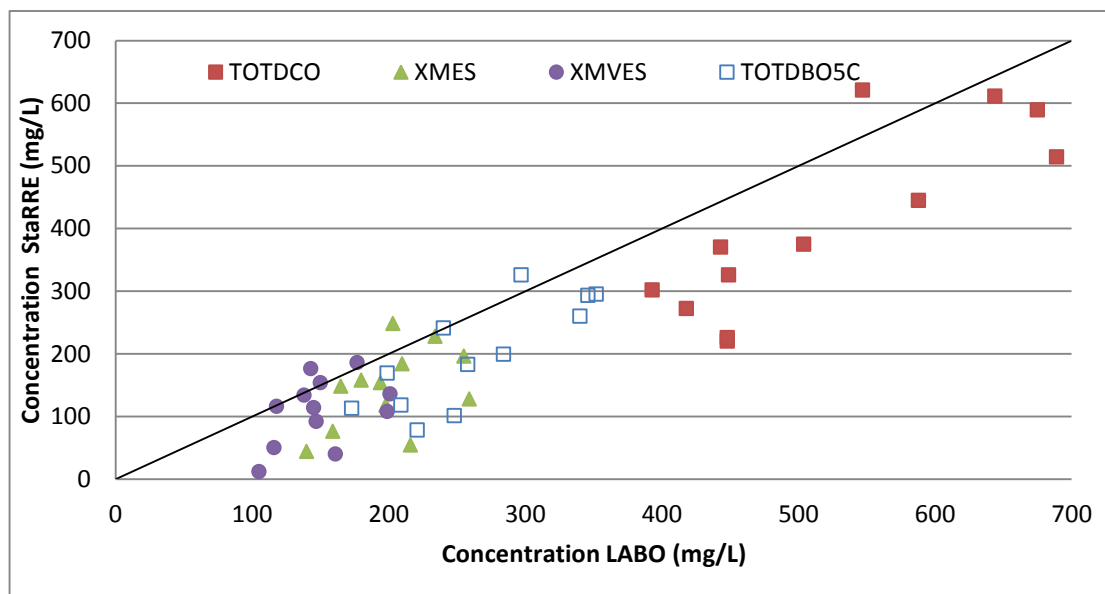


Figure 4-19 : Concentration des composantes TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} et TOT_{DBO5C} obtenues à la StaRRE de Saint-Hyacinthe en fonction des concentrations mesurées au laboratoire.

La droite sur la Figure représente une corrélation parfaite entre les concentrations mesurées à la StaRRE et celles mesurées au laboratoire. Les pentes, coefficients de variations et ordonnées à l'origine ont été calculés à partir des courbes de chacune de ces composantes. Le Tableau suivant en indique les valeurs.

Tableau 4-10 : Paramètres des courbes des concentrations des composantes TOT_{DCO} , X_{TSS} , X_{VSS} et TOT_{DBO5-C} obtenues à la StaRRE de Saint-Hyacinthe en fonction des concentrations mesurées au laboratoire

Composante	Paramètres de la droite		
	m	b	R^2
TOT_{DCO}	1,17	-206	0,700
X_{MES}	0,829	-22,0	0,223
X_{MVES}	0,783	-7,61	0,198
TOT_{DBO5C}	1,13	-100	0,643

Même si certains points semblent écartés des tendances des droites de régression linéaires associées, aucun point n'a été exclu pour le calcul des paramètres des droites.

CHAPITRE 5 DISCUSSION

5.1 Validation des résultats

La validation des données d'analyses est un aspect sensible à considérer, particulièrement dans le cadre d'essais effectués avec des eaux usées réelles (APHA et al., 2012). Les fluctuations de la composition ainsi que l'hétérogénéité des affluents récoltés nécessite la prise en considération de plusieurs précautions afin d'avoir la meilleure confiance possible dans les résultats obtenus. Les prochaines sections entreront en détails dans les aspects considérés dans la validation des données de laboratoire obtenues.

5.1.1 Analyse des données de laboratoire

La validation des données de laboratoire est d'abord basée sur le calcul de la précision et de l'exactitude des données de laboratoire. La précision a été déterminée en effectuant le calcul du coefficient de variation retrouvé entre les réplicats d'analyse. Les moyennes de concentrations calculées dont les coefficients de variations dépassaient les seuils établis par le Tableau 2-3 étaient par la suite exclus pour les calculs de % de récupération et de fractions. Un réplicat dont l'écart par rapport à la moyenne était expliqué par une erreur analytique connue entraînait l'exclusion de ce réplicat dans le calcul de la moyenne.

L'exactitude a été mesurée à l'aide d'analyse de témoins négatifs et positifs pour les analyses de la DCO et de la DBO₅C. Les moyennes obtenues des témoins positifs de biphtalate de potassium (KHP) pour l'analyse de la DCO sont de 500 mg/L \pm 2% pour la gamme élevée et de 50 \pm 4 % pour la gamme basse. Les témoins positifs utilisés pour les analyses des composantes d'azote et de phosphore avaient un écart moyen de 2% de la valeur attendue. Ces écarts entre les valeurs obtenues et attendues ne permettent donc pas d'exclure de données puisqu'ils sont en accord avec les seuils exigés.

5.1.1.1 Validité des analyses de la DBO₅C

Des écarts plus importants sont constatés lors de l'analyse des témoins positifs testés dans le cadre de l'évaluation de la DBO₅C. La valeur attendue pour le témoin de glucose et d'acide glutamique est de 198 mg/L \pm 15%. Pour plusieurs essais, des valeurs d'environ 160 mg/L de DBO₅C ont été obtenues. Ces essais démontrent également que la consommation d'oxygène associée à l'inoculum ajouté dans les bouteilles est faible avec une valeur se situant en moyenne à

0,3 mg oxygène dissous (OD)/L pour 2 mL de solution ce qui représente la moitié de la recommandation d'APHA et al. (2012) de 0,6 mg DO/L. La méthode standard suggère également d'ajuster le volume à ajouter dans les bouteilles jusqu'à obtention d'une valeur valide de témoin positif. Des mesures de DBO_5C ont été effectuées avec des volumes plus élevés du même inoculum par d'autres expérimentateurs du laboratoire CREDEAU mais des valeurs semblables de consommation d'OD ont été constatées en comparaison avec les échantillons inoculés avec 2 mL (Tableau A2-3). Afin d'avoir une erreur systématique entre les essais et permettre ainsi leur comparaison, le volume de solution d'inoculum n'a pas été ajusté. Le même lot d'inoculum est utilisé entre chaque essai d'une même StaRRE.

Les fluctuations journalières et hebdomadaires de la composition des affluents testés entraînaient inévitablement une variation dans la concentration en DBO_5C de l'affluent prélevé, rendant alors difficile de déterminer les dilutions appropriées à effectuer pour chaque échantillon afin de mesurer une OD finale au-dessus de 0 mg/L et une consommation d'oxygène de plus de 2 mg/L. Certains réplicats d'échantillons ont été exclus du calcul de la moyenne de la concentration de DBO_5C d'un échantillon. Les analyses devant être exécutée le plus rapidement possible après son prélèvement, la mesure de la DCO avant celle de la DBO_5C ne pouvait être envisagé même si elle aurait permis de déterminer avec plus de précision les dilutions appropriées à effectuer.

5.1.1.2 Écarts mesurés entre les essais

Les analyses des effets des paramètres d'échantillonnage et de conservation ont été faites pour la plupart à partir de quatre séries d'essais. Les écarts types calculés pour les essais ont permis de déterminer les incertitudes reliées aux valeurs obtenues. L'effet d'un paramètre d'échantillonnage ou de conservation sur les composantes et les fractions est considéré comme étant significatif lorsqu'il est plus grand que l'incertitude calculé pour les moyennes obtenues des essais. Par exemple, l'effet de la température d'échantillonnage sur la mesure d'une composante était considéré significatif lorsque l'écart mesuré entre le % de récupération et 100% était plus grand que l'écart type.

Plus précisément, l'analyse des effets des paramètres d'échantillonnage sur les fractions a été effectuée selon la valeur de la probabilité P obtenue à partir d'un test de Student effectué entre deux séries de données. Les Tableaux 4-2 et 4-3 permettent d'observer un effet significatif de la

température d'échantillonnage et de la propreté de la bouteille pour quelques fractions mais malgré une valeur de $P < 5\%$, l'écart entre les séries de données reste faible.

5.1.2 Comparaison des autoéchantillonneurs

Les ratios des concentrations analysées des échantillons d'eaux usées prélevés par les trois autoéchantillonneurs de St-Hyacinthe maintenues à 4°C ne permettent pas d'observer d'écarts significatifs (Figure 4-17). La faible distance entre les crépines de quelques millimètres ne semblerait pas entraîner de variations entre les concentrations des composantes analysées. Les écarts types mesurés peuvent être expliqué par la variabilité entraînée par l'exécution de l'analyse elle-même.

Les mêmes résultats sont observés pour les deux autoéchantillonneurs utilisés à la StaRRE de Le Gardeur (Figure 4-18). Aucuns écarts significatifs n'ont été mesurés entre les concentrations mesurés des affluents prélevés par les échantillonneurs utilisés à Le Gardeur. Une baisse d'environ 5% des X_{MES} et X_{MVES} et une baisse de 10% des X_{MIES} est observée. Même si c'est peu et que l'écart type mesuré est plus grand que cette variation, il faut mentionner que les lignes d'échantillonnage utilisées à Le Gardeur mesuraient environ 13m. Même si des précautions ont été prises afin de s'assurer de n'avoir aucun point mort dans les lignes d'échantillonnage, il est possible qu'une légère décantation des solides ait eu lieu lors du prélèvement des échantillons. La disposition et la longueur légèrement différente des lignes d'échantillonnage pourraient avoir entraîné une variation de la décantation des solides d'une ligne par rapport à une autre. La pompe péristaltique des autoéchantillonneurs a un débit d'environ 3000 mL/min et permet de prélever rapidement les incréments de 100 mL. Les inclinaisons présentes de certaines lignes d'échantillonnage et la hauteur entre la crépine et l'entrée de l'autoéchantillonneur pourraient contribuer à faire décanter légèrement les matières solides.

Les principales réactions catalysées par le délai d'analyse et un échantillonnage à température ambiante sont l'hydrolyse de la matière particulaire et la croissance de la biomasse (1 et 2). Ces réactions provoquent respectivement une assimilation (3) et un relargage (4) de l'ammoniaque et des orthophosphates. En anaérobiose, l'hydrolyse de la matière particulaire-colloïdale entraîne la formation des acides gras volatils (S_{VFA}) utilisés par la biomasse acétoclaste (X_{ACO}) formant le méthane (6). Le H_2S formé également en anaérobiose se lie au fer présent dans l'affluent pour former un précipité noir le FeS (5). L'alun contenu dans l'eau peut précipiter les phosphates en formant le $FePO_4$. La formation de biofilm sur les parois des lignes et la bouteille d'échantillonnage contamine l'échantillon de biomasse X_H (X_B). Finalement, l'acidification et la congélation des échantillons peuvent dénaturer certaines molécules retrouvées dans X_B comme les protéines, ralentissant alors l'activité microbienne (7).

L'évaluation de l'effet des paramètres d'échantillonnage permet de déterminer que la température d'échantillonnage et le délai d'analyse ont un effet significatif sur la plupart des composantes et fractions de l'affluent d'eau usée. Le Tableau 5-1 ci-dessous résume les résultats qui seront mis en évidence dans les sections suivantes. L'effet a été déterminé significatif sur les composantes si la différence entre le % de récupération mesuré et 100% était plus grande que l'écart type.

Comme il a été mentionné précédemment, l'effet de la température d'échantillonnage et de la propreté de la bouteille a été considéré significatif si la probabilité P était en dessous de 5% lorsque les séries des deux conditions d'échantillonnage étaient comparées. Finalement, l'effet du délai d'analyse était considéré comme significatif lorsque la différence entre la valeur initiale et finale du ratio était supérieure à l'écart type de la valeur finale. Le Tableau 5-1 souligne également la concordance entre les résultats obtenus et les hypothèses scientifiques originales (HSO) émises.

Tableau 5-1 : Effets significatifs des paramètres d'échantillonnage sur les composantes et fractions de l'affluent d'eau usée après dégrillage et comparaison avec HSO

HSO	Paramètre évalué	Composantes affectées	Fractions affectées	Comparaison avec HSO
1	Température d'échantillonnage	Baisse par l'échantillonnage à 20°C		Baisse significative attendue également sur TOT_{DCO} et hausse attendue sur X_{MES} et X_{MVES}
		<ul style="list-style-type: none">C_1S_{DCO}TOT_{DBO5C}C_1S_{DBO5C}S_{NH4}S_{PO4}	<ul style="list-style-type: none">f_{CSDCO_DCO}f_{C1SDCO_DCO}f_{XDCO_XMVES}f_{NH4_TKN}	
2	Propreté de la bouteille	Baisse par la bouteille sale	Aucune	Hausse significative attendue sur X_{MES} , $MVES$ et baisse significative attendue sur TOT_{DCO} , CS_{DCO} , C_1S_{DCO} , S_{NH4} et S_{PO4}
		<ul style="list-style-type: none">C_1S_{CBOD5}		
3	Délai d'analyse à une température d'entreposage de 20°C	Baisse après 24h		La baisse significative de toute les composantes est en accord avec l'hypothèse, hausse de S_{PO4} n'était pas attendue
		<ul style="list-style-type: none">CS_{DCO}C_1S_{DCO}TOT_{DBO5C}C_1S_{DBO5C}	<ul style="list-style-type: none">f_{CSDCO_DCO}f_{C1SDCO_DCO}f_{SPO4_TP}	
		Baisse après 48h		
		<ul style="list-style-type: none">TOT_{DCO}X_{MES}X_{MVES}	<ul style="list-style-type: none">f_{DCO_TKN}f_{DCO_TP}	
		Baisse après 72h		
		<ul style="list-style-type: none">NA	<ul style="list-style-type: none">f_{XIMVES_XMES}	
		Hausse après 24h		
		<ul style="list-style-type: none">S_{PO4}	<ul style="list-style-type: none">f_{DCO_DBO5C}f_{XDCO_XMVES}	
3	Délai d'analyse à une température d'entreposage de 4°C	Baisse après 24h		
		<ul style="list-style-type: none">CS_{DCO}C_1S_{DCO}TOT_{DBO5C}C_1S_{DBO5C}	<ul style="list-style-type: none">f_{CSDCO_DCO}f_{C1SDCO_DCO}f_{SPO4_TP}	
		Baisse après 48h		
		<ul style="list-style-type: none">TOT_{DCO}S_{PO4}	<ul style="list-style-type: none">f_{XIMVES_XMES}	
		Baisse après 72h		
		<ul style="list-style-type: none">NA	<ul style="list-style-type: none">f_{DCO_TKN}	
		Hausse après 24h		
		<ul style="list-style-type: none">NA	<ul style="list-style-type: none">f_{DCO_DBO5C}	
4	Conservation DCO par acidification	DCO conservée par acidification après un délai de 72h à 4°C et 20°C		La conservation de la DCO est en accord avec ce qui est attendu alors que la dégradation de la DBO_5C par l'acidification et la congélation n'était pas attendue
	Conservation DBO_5C par acidification	DBO_5C conservée par acidification après un délai de 72h à 4°C et dégradée par un délai de 48h à 20°C. Baisse de la concentration initiale des échantillons acidifiés		
	Conservation DBO_5C par congélation	Baisse de la concentration des échantillons congelés		

Finalement, le Tableau suivant permet de comparer rapidement les résultats attendus avec les résultats obtenus. L'effet des paramètres d'échantillonnage étudiés est moins important que prévu mais les effets observés sur les composantes de la DCO et DBO_5C sont concordant. L'utilisation d'une bouteille d'échantillonnage usée ne semble pas avoir d'effet significatif mais des erreurs expérimentales peuvent expliquer ce résultat.

Tableau 5-1 : Comparaison entre les effets des paramètres d'échantillonnage attendus et observés

Composante	ATTENDUS			OBSERVÉS			ATTENDUS		OBSERVÉS		
	T°C	Propreté	Délai	T°C	Propreté	Délai	Acidification	Congélation	Acidification	Congélation	
DCO	↓	↓	↓	Nul	Nul	↓	Conservation	-	Conservation	-	
C ₁ S et CSDCO	↓	↓	↓	↓	Nul	↓	-	-	-	-	
DBO ₅ C	↓	↓	↓	↓	Nul	↓	Conservation	Conservation	↓	↓	
C ₁ SDBO ₅	↓	↓	↓	↓	↓	↓	-	Conservation	-	↓	
MES	↑	↑	↓	Nul	Nul	↓	-	-	-	-	
MVES	↑	↑	↓	Nul	Nul	↓	-	-	-	-	
MIES	Nul	↑	Nul	Nul	Nul	↑	-	-	-	-	
NTK	Nul	↑	↓	Nul	Nul	Nul	-	-	-	-	
NH ₃	↓	↓	↓	↓	Nul	Nul	-	-	-	-	
P _{tot}	Nul	↑	Nul	Nul	Nul	Nul	-	-	-	-	
o-PO ₄	↓	↓	↓	↓	Nul	↓↑	-	-	-	-	

5.3 Effet sur le fractionnement des eaux usées

La synthèse des résultats obtenus des effets des paramètres d'échantillonnage et de conservation sur le fractionnement de l'eau usée sera effectuée dans les sections suivantes. Il est difficile d'établir une comparaison entre les valeurs obtenues et les valeurs réelles attendues puisque peu d'études précédentes se sont penchées sur la dégradation des composantes des eaux usées causée par les conditions d'échantillonnage. La composition variable des affluents d'eaux usées comme démontré au Tableau A2-2 rend complexe la comparaison avec une valeur en particulier dans la littérature. Par contre, certains principes théoriques du métabolisme microbien peuvent appuyer ou infirmer les résultats obtenus. Les Figures A2-2, A2-3 et A2-4 permettent de visualiser l'effet des paramètres d'échantillonnage sur les fractions et leur écarts par rapport aux valeurs typiques.

5.3.1 Température d'échantillonnage

Les résultats obtenus représentés à la Figure 4-1 permettent de constater que l'échantillonnage de l'eau usée à température ambiante a un effet significatif sur la dégradation des composantes de la DCO et de la DBO₅C de l'eau usée. Cette dégradation est importante également sur les composantes C₁S_{DCO} et C₁S_{DBO₅C} à Le Gardeur. À St-Hyacinthe, les fractions CS_{DCO} et C₁S_{DCO} sont affectées alors qu'à la RAEVR, seule la composante C₁S_{DBO₅C} est dégradée. L'effet de la température d'échantillonnage sur les fractions (Tableau 4-2) est en accord avec l'effet observé sur les composantes de l'affluent. L'ampleur de l'effet sur les fractions est toutefois plus basse que celui observé sur les composantes.

Toutes les fractions comprenant une composante de la DCO sont dégradées par le prélèvement à température ambiante. Une hausse de la fraction f_{DCO_DBO₅C} est observée pour cette même

condition d'échantillonnage mais étant donné les écarts types élevés et la valeur P reliée aux valeurs mesurées, l'effet est considéré comme étant non significatif. La mesure de la DBO_5C permet de quantifier la majorité de la matière rapidement biodégradable (S_B) contenue dans la DCO. La composante S_B est majoritairement constituée des carbohydrates et autres molécules fermentables qui sont préférés par la biomasse hétérotrophe de l'affluent (Gallert & Winter, 2005). Il est donc logique que les fractions contenant une composante de la DCO soient dégradées par un échantillonnage effectué à une température moyenne de 20°C , qui se rapproche davantage de l'optimum de croissance de 37°C des microorganismes contenus dans l'affluent. L'utilisation préférentielle de la fraction S_B par la flore de l'eau aurait expliqué une hausse de la fraction $f_{\text{DCO_DBO}_5\text{C}}$ lors de l'échantillonnage à température plus élevée ce qui était attendu considérant l'effet mesurée sur les composantes (Melcer et al., 2003). L'effet de la température d'échantillonnage sur la composante de la DBO_5C démontre beaucoup de variabilité d'un essai à l'autre (Tableau A3-2, A3-4 et A3-6). L'écart type reliée à la concentration moyenne des essais effectués est également élevée. La variabilité de la composition de l'affluent pourrait expliquer ces résultats. Puisque les microorganismes sont justement sensibles à la présence des composantes biodégradables, les variations dans leurs concentrations pourraient entraîner des écarts importants dans leur dégradation, expliquant les écarts types élevés observés pour $f_{\text{DCO_DBO}_5\text{C}}$. La baisse significative et importante mesurée pour les fractions $f_{\text{CSDCO_DCO}}$ et $f_{\text{C1SDCO_DCO}}$ est en accord avec la préférence de la biomasse pour la matière soluble, une bonne caractérisation de la composante S_B par respirométrie aurait permis de déterminer si c'est la matière biodégradable qui est affectée.

L'échantillonnage à température ambiante semble provoquer une baisse significative de la fraction $f_{\text{NH}_4\text{_TKN}}$ et $f_{\text{SPO}_4\text{_TP}}$ indiquant respectivement une baisse de la concentration des orthophosphates et de l'ammoniaque dans l'eau usée. L'utilisation de ces composantes par la biomasse lors de sa croissance peut expliquer la baisse d'ammoniaque mesurée par rapport à l'azote total Kjeldahl

À la StaRRE de Le Gardeur, l'analyse des nitrites et nitrates a été effectuée sur tous les échantillons prélevés et la concentration obtenue se situait dans tous les cas sous la limite de détection de $0,05 \text{ mg/L}$ de l'appareil FIA (Tableau A3-1). Les résultats de % de récupération obtenus à cette station permettent d'observer une légère baisse du TKN de $5 \pm 7\%$ et une baisse de $24 \pm 8\%$ de la concentration d'azote ammoniacal lorsque l'échantillonnage est effectué à

température ambiante (Figure 4-2). La mesure du TKN permet de quantifier l'azote organique et l'azote ammoniacal d'un échantillon. Une baisse de la composante S_{NH_4} indiquerait une assimilation de l'ammoniaque par la biomasse de l'eau. La baisse observée de la composante TKN indiquerait qu'une partie de l'ammoniaque serait convertie en azote inorganique comme les nitrites, les nitrates et l'azote gazeux. L'écart type observé sur la mesure du TKN est par contre plus élevé que la baisse de la composante ce qui rend difficile de déterminer qu'un effet réel est mesuré. L'incertitude systématique introduite par la méthode de mesure ainsi que la variabilité de l'affluent testé à travers les essais peuvent expliquer ces écarts.

Une baisse significative des orthophosphates aurait été attendue, expliquée par l'intégration du phosphore soluble dans les composantes cellulaires de la biomasse lors de sa croissance, qui aurait été plus importante lors de l'échantillonnage à température ambiante (Comeau et al., 2013). Les écarts types mesurés pour les moyennes des % de récupération des orthophosphates sont par contre particulièrement élevés aux trois StaRRE et peuvent être expliqués par les concentrations faibles en orthophosphates mesurées dans l'affluent. Les valeurs typiques attendues pour l'affluent varient de 2 à 12 mg P/L alors que les valeurs moyennes obtenues sont de 1,3 mg P/L à Le Gardeur, 0,4 mg P/L à la RAEVR et de 0,2 mg P/L à St-Hyacinthe (Melcer et al., 2003). Les moindres variations mesurées d'un échantillon à un autre peuvent alors être traduits dans les incertitudes reliées aux mesures et faire varier considérablement la valeur du % de récupération. Ce problème relié à la mesure des orthophosphates met alors en évidence une limite quant à l'utilisation du % de récupération pour déterminer l'effet d'un paramètre d'échantillonnage sur les composantes de l'eau. La valeur de la probabilité P mesurée pour la fraction $f_{SPO_4_TP}$ est supérieure à 5% indiquant alors que la température d'échantillonnage n'a pas d'effet significatif sur cette fraction. La seconde campagne d'échantillonnage effectuée à St-Hyacinthe en novembre et décembre 2013 permettent toutefois de constater que la température d'échantillonnage a un effet significatif sur la composante S_{PO_4} comme l'illustre la Figure A2-5. Les valeurs représentées au Tableau A3-38 démontrent également que les concentrations mesurées des orthophosphates sont plus stables et dans les valeurs attendues. Une baisse significative des orthophosphates peut donc être considérée.

La mesure du phosphore total à la suite d'une digestion des échantillons par la méthode Kjeldahl inclut la mesure des orthophosphates (APHA et al., 2012). La composante TP ne devrait donc pas être affectée par un échantillonnage à 20°C. La Figure 4-2 permet d'observer cette tendance.

La fraction $f_{X_{MVES_X_{MES}}}$ mesurée dans l'eau échantillonnée à température ambiante est plus élevée que la valeur mesurée dans l'eau échantillonnée à 4°C. Les X_{MVES} contenues dans l'eau sont principalement constituées de la matière particulaire organique et lentement biodégradable. Cette composante inclut également la biomasse puisque la taille des microorganismes est généralement supérieure à 1,2 μm (Comeau et al., 2013). L'échantillonnage à 20°C permettrait davantage une croissance de la biomasse contenue dans l'affluent et augmenterait donc les X_{MVES} et les X_{MES} sans modifier les X_{MIES} , ce qui aurait été d'observé par la hausse de la fraction $f_{X_{MVES_X_{MES}}}$. La hausse observée au Tableau 4-3 de cette fraction n'est pas significative, ne permettant pas de déterminer que c'est la température d'échantillonnage qui est en la cause.

Puisque les microorganismes de l'eau utilisent la matière organique comme substrat, il est alors attendu qu'une baisse de C_1S_{DCO} entraîne une augmentation des X_{MVES} . Les résultats obtenus à Le Gardeur ne permettent pas d'observer de tels résultats comparativement à St-Hyacinthe et à la RAEVR. Les résultats de concentrations moyennes obtenues permettent de constater que les X_{MIES} sont très faibles à l'affluent de Le Gardeur ce qui peut amener la même incertitude par rapport aux mesures de % de récupération que celle soulignée précédemment pour la mesure des orthophosphates. Les moyennes obtenues à St-Hyacinthe ne permettent pas de déterminer une baisse des X_{MIES} et les concentrations moyennes utilisées dans les calculs du % de récupération sont légèrement plus élevées et moins dispersée (30 ± 11 mg/L à Le Gardeur vs 57 ± 4 mg/L à St-Hyacinthe).

La masse résiduelle moyenne mesurée des coupelles après séchage à 550°C est plus élevée pour les essais utilisés dans le calcul des moyennes de X_{MIES} à St-Hyacinthe, soit de $4,58 \pm 1,02$ mg contre $3,27 \pm 0,80$ mg pour l'affluent de Le Gardeur. Malgré le fait que la limite de 2,5 mg de masse résiduelle a été respectée lors de l'analyse des affluents, les mesures de St-Hyacinthe ont un meilleur coefficient de corrélation qu'à Le Gardeur ce qui laisse supposer qu'il serait préférable de filtrer davantage d'échantillon afin d'obtenir une masse résiduelle plus élevée et un résultat d'analyse plus fiable.

La baisse significative mesurée de $f_{X_{DCO_X_{MVES}}}$ à Le Gardeur et les résultats des % de récupération retrouvés au Tableau A3-2 indique que les X_{MVES} augmentent et que la TOT_{DCO} et C_1S_{DCO} diminuent lors d'un échantillonnage à 20°C. Les % de récupérations mesurés ne permettent pas déterminer un effet significatif pour X_{MVES} mais la variation du ratio X_{DCO}/X_{MVES} semble être plus uniforme. L'utilisation des % de récupération est ici une limite à l'interprétation

des résultats obtenus alors que la valeur observée pour la $f_{\text{XDCO_XMOVES}}$ correspond à ce qui est attendu.

La réalisation de seulement trois à quatre séries de données pour les calculs de moyennes présente plusieurs inconvénients. Un grand écart type peut être observé si une seule des séries effectuée permet de calculer un % de récupération hors de la moyenne. La variabilité de l'eau usée et des rejets qui composent l'affluent peut apporter des changements significatifs aux réactions de l'eau usée ce qui ne permet pas d'exclure des données sans raisons valables. L'obtention de plusieurs autres séries de données auraient alors été préférables afin de mieux couvrir les variations journalières de l'affluent. La deuxième série de données amassée à St-Hyacinthe permet d'observer toutefois que les résultats sont semblables même si la campagne d'échantillonnage n'a pas été effectuée dans les mêmes conditions climatiques.

La durée de 24 h du cycle d'échantillonnage peut expliquer également que certaines composantes plus grossières comme la TOT_{DCO} ne soient pas affectées comme attendue par la température d'échantillonnage. Ces composantes sont plus lentes à dégrader et la période de croissance de plusieurs microorganismes peut s'étirer sur plusieurs jours (Gallert & Winter, 2005).

5.3.2 Propreté de la bouteille

La propreté de la bouteille d'échantillonnage ne semble pas provoquer d'effets significatifs sur le % de récupération de la majorité des composantes et sur toutes les fractions de l'affluent d'eau brute. Une dégradation des composantes $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$ et $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO5C}}$ est observée à la Figure 4-3 lorsque l'échantillonnage de l'eau s'effectue avec la bouteille souillée. Un léger biofilm s'est développé dans les contours de la bouteille sale utilisée comme il est illustré à la Figure 3-3. Ce biofilm a continué sa croissance au fil des échantillonnages puisque la bouteille était simplement vidée de l'eau usée qu'elle contenait sans être nettoyée par la suite. Les bactéries accumulées dans la bouteille pourraient consommer une partie de la matière organique soluble de l'eau usée pendant son échantillonnage. Cet effet n'est pas démontré sur les fractions des effluents récoltés alors que les Figure 4-4 et 4-5 permettent d'observer une hausse de la fraction $f_{\text{DCO_DBO5C}}$ et une baisse de la fraction $f_{\text{C1SDCO_DCO}}$ sans toutefois qu'elles soient considérées comme étant significatives étant donnée la valeur de la probabilité P.

Comme il a été mentionné précédemment, les concentrations moyennes obtenues à Le Gardeur (Tableau A3-7) permettent d'observer la variabilité de la composition des affluents testés d'un essai à l'autre. Ces variations peuvent expliquer les écarts types élevés calculés pour les % de récupération et l'observation d'aucun effet significatif sur les fractions de l'affluent. La variation considérable des valeurs mesurées de la DCO et de la DBO_5C entre les essais pourrait également expliquer que la fraction $f_{\text{DCO_DBO}_5\text{C}}$ semble augmenter considérablement lors d'un prélèvement avec une bouteille sale mais que cet effet soit invalidé par une valeur de P élevée.

Les variations observées des % de récupération et des valeurs des fractions de l'eau d'un essai à l'autre peuvent être expliquées par l'évolution de la contamination de la bouteille d'échantillonnage au fil des essais (Tableau A3-8, A3-10 et A3-12). Les variations plus faibles observées entre les essais effectués à St-Hyacinthe pourraient alors être expliquées par la stabilisation de l'évolution du biofilm durant le délai entre la fin de la campagne d'échantillonnage à la RAEVR et le début de la campagne à St-Hyacinthe.

De l'eau usée a été conservée dans la bouteille sale entre le délai séparant la campagne d'échantillonnage à Le Gardeur et celle de la RAEVR. Cette manipulation n'a pas été faite entre la campagne à la RAEVR et la campagne à St-Hyacinthe. Il est alors possible que le biofilm ait été désactivé entre ce délai, expliquant les faibles variations retrouvées entre les essais à cette StaRRE en comparaison avec les deux autres.

Le faible biofilm retrouvé sur la paroi de la bouteille peut alors expliquer que presque aucun effet ne semble être attribué à la propreté de la bouteille d'échantillonnage. De plus, l'échantillonnage s'effectue à 4°C et comme il a été expliqué dans la section précédente, la réfrigération de l'autoéchantillonneur freine la dégradation des fractions organiques de l'eau.

Les bactéries du biofilm de la bouteille sale pourraient alors être inhibées par la température d'échantillonnage. La visite des différentes StaRRE ont permis de constater que certaines bouteilles d'échantillonnage utilisées pour la récolte des affluents étaient beaucoup plus souillées avec une accumulation d'un biofilm noir épais dans certaines d'entre elles. Il est probable que l'échantillonnage avec une telle bouteille et à une température plus élevée aurait permis d'observer une dégradation plus importante des composantes de l'affluent. Il aurait alors été pertinent de faire des essais supplémentaires avec des échantillonneurs à 20°C afin de vérifier si les bactéries du biofilm de la bouteille causent des effets significatifs sur le fractionnement de

l'eau. Une analyse microbiologique plus approfondie de la croûte accumulée illustrée à la Figure 4-8 aurait permis de déterminer si le biofilm était actif au moment de l'échantillonnage

5.3.3 Délai d'analyse

En accord avec les effets observés de la température d'échantillonnage, le délai d'analyse semble provoquer une dégradation significative des composantes de la DCO et de la DBO₅C, plus particulièrement de leur composantes filtrées, comme illustré par les courbes du % de récupération en fonction du délai d'analyse des Figures 4-4 et 4-5. Ces effets se traduisent également par des variations significatives des fractions comprenant ces composantes soit par une hausse importante de la fraction $f_{\text{DCO_DBO5C}}$ et une baisse des fractions $f_{\text{CSDCO_DCO}}$, $f_{\text{C1SDCO_DCO}}$, $f_{\text{DCO_TKN}}$ et $f_{\text{DCO_TP}}$. Ces résultats sont logiques puisque comme expliqué précédemment, la préférence des microorganismes pour la matière organique rend les composantes de la DCO et de la DBO₅C plus sensibles que les autres paramètres à la dégradation par la biomasse. Le taux de croissance optimal de 37°C de la majorité de la flore biotique de l'eau explique la dégradation plus élevée des composantes lors d'un entreposage à 20°C qu'à 4°C (Henze et al., 2008).

Cette flore biotique est aussi composée de microorganismes psychrophiles dont la croissance est aussi effective à 4°C et explique les effets significatifs que cause le délai d'analyse sur les fractions de l'affluent alors que ce dernier est réfrigéré.

La hausse de la composante $C_{1\text{SDCO}}$ de l'affluent de Le Gardeur comme observé à la Figure 4-4a n'est pas un résultat attendu car le phénomène d'hydrolyse de la matière particulaire en matière colloïdale est généralement plus lent que l'oxydation de la matière organique rapidement biodégradable S_B . La complexité de la matière particulaire rend difficile son assimilation par les microorganismes qui vont toujours utilisé de façon préférentielle la matière soluble (Gallert & Winter, 2005). Les valeurs moyennes des % de récupération mesurées après un délai de 24 et 48 h ont un écart type élevé mais la valeur moyenne obtenue après un délai de 72 h semble confirmer que la $C_{1\text{SDCO}}$ est peu affectée par le délai d'analyse. En comparaison, la Figure 4-5 permet d'observer que cette composante est davantage dégradée lorsque l'échantillon est entreposé à 4°C. Les microorganismes mésophiles de l'eau sont davantage présents que les microorganismes psychrophiles rendant illogique une dégradation plus élevée à 4°C (Henze et al., 2008). Ces résultats d'apparence irrégulière peuvent être expliqués par la dégradation de la composante X_{MVES} qui indiquerait possiblement la mort d'une partie de la biomasse par

l'entreposage à température ambiante. Une des raisons possibles est la présence de conditions d'anaérobiose démontrée par la Figure 4-8. La légère hausse des X_{MVES} observée à St-Hyacinthe correspondrait davantage à ce qui est attendu alors que la biomasse continue sa croissance durant le délai d'analyse tout en hydrolysant de la matière particulaire.

La coloration noire développée dans l'eau conservée à 20°C observée sur cette Figure peut indiquer la réaction de sulfatoréduction. La consommation de l'oxygène dans l'eau provoquerait l'apparition de conditions d'anaérobiose obligeant les microorganismes à utiliser un autre accepteur d'électron pour procéder à l'oxydation de la matière organique. En l'absence de nitrites et de nitrates dans l'affluent, les accepteurs d'électrons favorisés après l'oxygène, la biomasse peut utiliser les sulfates. Le soufre sous forme réduite HS^- forme un précipité noir avec le fer ou autres métaux (Muyzer & Stams, 2008). La coloration de l'échantillon après 24 h observée à la Figure 4-8 peut donc indiquer par la réaction possible de sulfatoréduction que l'eau ne contient plus d'oxygène. Dans ces conditions, la fraction de la biomasse nécessitant la présence de l'oxygène pour sa croissance, dite aérobie stricte, meurt. Il est alors possible que l'affluent de Le Gardeur soit en majorité composé de ces microorganismes ce qui provoquerait la baisse des X_{MVES} lorsque les échantillons sont entreposés à température ambiante.

La composition différente des autres affluents testés explique probablement le fait que les tendances observées ne soit pas les mêmes qu'à Le Gardeur. La présence possible d'alun dans l'affluent de Le Gardeur pourraient expliquer également le relargage des orthophosphates qui auraient été précipités précédemment en $FePO_4$ (Metcalf & Eddy, 2014). D'autres analyses auraient été nécessaires afin de confirmer cette hypothèse. Les résultats obtenus à St-Hyacinthe (Figure 4-4 et Figure 4-10) indiquent que la CS_{DCO} et la C_1S_{DCO} sont fortement dégradées lorsque les échantillons sont conservés à température ambiante durant le délai d'analyse alors que les X_{MVES} ne sont pas affectées dans les mêmes conditions.

Les conditions d'anaérobioses des échantillons conservés à température ambiante pourraient également expliquer la hausse observée des orthophosphates en fonction du délai d'analyse à Le Gardeur (Figure 4-7). En l'absence d'oxygène et en présence de matière organique, certains microorganismes de l'eau ont la capacité de relarguer les orthophosphates lorsqu'elles synthétisent des composés de stockage carbonés (Comeau et al., 2013). Il est également possible que la mort de la biomasse, traduite par la baisse de X_{MVES} , provoque la lyse des cellules et le relargage des orthophosphates et autres molécules organiques qu'elles contiennent. Les résultats

des affluents de la RAEVR permettent d'observer les tendances inverses pour les X_{MVES} et S_{PO4} , ce qui est attendu lorsque la biomasse assimile les orthophosphates pour sa croissance (Henze et al., 2008).

La baisse significative observée des fractions f_{DCO_TKN} et f_{DCO_TP} observée aux Figures 4-11 et 4-12 est attendue puisque l'assimilation des composés organiques et carbonés est plus rapide que celle des composés d'azote et de phosphore. La fraction f_{NH4_TKN} ne semble être affectée par le délai d'analyse (Figure 4-13) ce qui indiquerait une faible conversion de l'ammoniaque des échantillons en nitrate. Par contre, l'absence d'oxygène retrouvée dans les échantillons conservés à température ambiante inhibe la réaction de la nitrification ce qui pourrait également ralentir la baisse de f_{NH4_TKN} .

La Figure 4-13 permet également d'observer une baisse plus élevée de la fraction f_{SPO4_TP} des échantillons entreposés à 4°C en comparaison avec ceux entreposés à 20°C. Par contre, la valeur finale mesurée après un délai de 72 h est presque identique pour les deux conditions (0,07 à 4°C et 0,08 à 20°C). Puisque la température d'entreposage est la même que celle d'échantillonnage, la dégradation des composantes de l'affluent récolté à 20°C est déjà entamée avant de procéder à l'évaluation du délai d'analyse. Ces effets sont d'ailleurs discutés précédemment. La phase de croissance exponentielle des microorganismes est déjà probablement débutée durant le cycle d'échantillonnage de 24 h ce qui modifie les cinétiques de réactions lors du délai d'analyse. Il aurait été intéressant de procéder à l'évaluation du délai d'analyse avec les températures d'entreposage inverse à celle du délai d'analyse.

5.4 Effet selon l'affluent testé

Les sections précédentes soulignent les différences retrouvées quant à l'ampleur des effets d'échantillonnage sur la caractérisation de l'eau. Alors que les composantes affectées de façon significatives sont généralement les mêmes pour les trois affluents testés, certaines tendances observées sont inversées d'un affluent à l'autre comme l'évolution des orthophosphates en fonction du délai d'analyse. Ces différences peuvent être expliquées par la variabilité des compositions comme l'illustre le Tableau 2-1. La présence importante de certains types de microorganismes plutôt que d'autres pourrait expliquer les différences observées entre les composantes affectées. Il a été constaté que les faibles valeurs de concentrations mesurées pour certaines composantes pouvaient se traduire en des variations importantes dans les % de

récupération calculés. Par exemple, il est démontré par la Figure 4-6 que le délai d'analyse affecte davantage le % de récupération de la $C_1S_{DBO_5C}$ de l'affluent de la RAEVR que St-Hyacinthe. Les concentrations moyennes mesurées indiquent à l'inverse qu'il y a davantage de perte de concentration à St-Hyacinthe (42 mg/L après 72 h) qu'à la RAEVR (4 mg/L après 72 h). Les faibles concentrations mesurées à la RAEVR ont d'ailleurs rendu difficile l'interprétation de plusieurs données d'analyse à cause des écarts types élevés calculés. La mesure de petites concentrations et l'incertitude qui y est reliée peut également expliquer la variabilité de la composition des affluents utilisés observée dans le Tableau 4-1. Les valeurs moyennes de plusieurs fractions comme la $f_{DCO_DBO_5C}$ et la f_{XDCO_XMVES} mesurées à la RAEVR ont un écart type élevé.

Malgré ces incertitudes reliées aux mesures, certaines tendances peuvent être observées à partir des données de caractérisation obtenues des affluents. La fraction f_{XDCO_XMVES} plus élevée que la valeur maximale typique de 1,7 pour l'affluent de Le Gardeur et de St-Hyacinthe peut indiquer la présence de certaines molécules organiques à ratio DCO/MVES élevé comme les lipides et les acides aminés (Takács & Vanrolleghem, 2006). La présence de fromagerie et autres industries alimentaires qui déversent leur rejet dans ces deux municipalités peut laisser présager que la proportion en lipides est effectivement plus élevée qu'à la RAEVR où seulement des rejets résidentiels sont récoltés. L'affluent de St-Hyacinthe est celui qui est composé de la fraction $f_{DCO_DBO_5C}$ moyenne la plus basse et la fraction moyenne $f_{C_1SDCO_DCO}$ la plus élevée parmi les trois affluents testés. Une meilleure dégradabilité de cet affluent peut être alors supposé puisqu'il semble contenir à la fois davantage de matière soluble et de matière biodégradable que les affluents des autres stations. Les résultats obtenus permettent effectivement d'observer cette tendance alors que c'est à St-Hyacinthe que la baisse la plus marquée des composantes de la DCO et de la c_{DBO_5} est observée en fonction du délai d'analyse. Par contre, seul l'affluent de Le Gardeur semble permettre la détermination d'un effet significatif et important de la température d'échantillonnage sur les composantes filtrées de la DCO alors que $f_{C_1SDCO_DCO}$ et f_{CSDCO_DCO} baisse significativement lors d'un échantillonnage à température ambiante. La f_{DCO_XMVES} et la proportion de DBO_5C industrielle élevée de l'affluent de St-Hyacinthe pourrait alors indiquer que les molécules biodégradables soient davantage des lipides déversés par les fromageries environnantes. La DBO_5C serait alors plus lentement dégradée dans un faible intervalle de temps

que l'affluent de Le Gardeur mais après un délai de quelques jours et à une température ambiante d'entreposage, les molécules organiques seraient davantage dégradées.

Il aurait été intéressant de valider ces suppositions avec une meilleure caractérisation de la nature biochimique des molécules organiques présentes dans les trois affluents testés. Un nombre plus élevés d'essais effectués à chacune des StaRRE aurait permis de caractériser l'affluent ainsi que les effets des paramètres d'échantillonnage avec une meilleure validité, permettant d'établir une éventuelle corrélation entre la composition de l'affluent et sa sensibilité à la négligence des précautions d'échantillonnage.

5.5 Effet de la conservation de l'échantillon

5.5.1 Acidification

L'ajout d'acide démontre clairement une amélioration de la conservation de la DCO et de la DBO_5C de l'eau usée lorsqu'elle est entreposée à 4°C durant le délai d'analyse (Figure 4-14). Une dégradation moyenne de la DCO de 0% après 72 h est également observée lorsque l'échantillon est conservé à température ambiante. À la même température d'entreposage, une dégradation moyenne de 33% de la DCO est observée lorsque l'échantillon n'est pas acidifié. Ces résultats sont en accord avec ceux obtenus à partir d'essais effectués avec l'eau synthétique par Nopens et al. (2001). Cette étude permet effectivement d'observer qu'une acidification à un pH de 3 permet une très bonne conservation de la DCO en comparaison avec l'eau non acidifiée.

L'acidification freine complètement la dégradation de la DBO_5C des échantillons conservés à 4°C. La DBO_5C des échantillons acidifiés et non acidifiés entreposés à température ambiante durant le délai d'analyse est dégradée. L'acidification permet quand même d'obtenir un % de récupération de 90% après un délai de 72 h contre 58% pour les échantillons non acidifiés, indiquant alors que cette méthode de conservation est effective (Figure 4-15). L'analyse du % de récupération des concentrations initiales des échantillons acidifiés et non acidifiés permet de constater qu'il y a une perte moyenne de 22 et 19% respectivement pour les échantillons prélevés à 4°C et à température ambiante.

Le pH initial de l'eau usée se situe entre 6,8 et 7,2 en moyenne (Henze et al., 2008). Dans un intervalle de quelques minutes seulement, il est abaissé à une valeur <2 pour sa conservation. Ce choc de pH dans l'eau entraîne la mort d'une majorité de la biomasse qui est adaptée aux conditions plutôt neutres de l'eau usée. La dégradation de la matière organique est alors arrêtée

par l'inactivation de l'activité microbienne. Une petite fraction de la biomasse est acidophile et peut subsister dans l'eau acidifiée, continuant alors la dégradation des molécules organiques. La DBO_5C est alors davantage affectée par cette activité microbienne résiduelle et se traduit par une baisse de 10% après 72 h.

Avant d'effectuer l'analyse de la DBO_5C des échantillons, le pH de l'eau est ajusté entre 7,0 et 7,5 et de l'inoculum est ajouté aux bouteilles d'essais pour les échantillons acidifiés et non acidifiés. Les bactéries ajoutées aux bouteilles peuvent alors utiliser la matière biodégradable de l'échantillon ce qui ne devrait pas changer la valeur initiale DBO_5C . Un abaissement du pH transforme également les carbonates et les bicarbonates en CO_2 gazeux, neutralisant alors l'alcalinité de l'eau. Une baisse de pH de l'eau peut également modifier la structure des macromolécules comme les protéines en provoquant leur précipitation les protéines (Garrett & Grisham, 2000). Ces modifications de l'eau par l'acidification peuvent rendre moins propice la consommation de la matière organique par les bactéries qui ont alors moins de nutriments disponibles pour leur croissance, ce qui pourrait expliquer la baisse de la DBO_5C mesurée après acidification des échantillons.

Il aurait été intéressant d'évaluer l'effet de l'acidification de l'eau en ajoutant un acide moins concentré et à petite dose en accord avec la méthode réalisée par Nopens et al. (2001). Cette méthode d'acidification ainsi qu'un pH final de 3 au lieu de <2 aurait permis de diminuer les modifications des composantes de l'eau reliées au changement rapide du pH. L'acidification à un pH inférieur à 3 peut causer une modification majeure de la structure moléculaire des protéines de l'eau (Garrett & Grisham, 2000). Cette modification cause la coagulation des protéines et leur précipitation qui les rend alors moins disponibles pour une utilisation par la flore microbienne.

5.5.2 Congélation

La congélation des échantillons d'eau à -20°C pendant une semaine entraîne une dégradation moyenne de 15% de la $\text{TOT}_{\text{DBO}_5\text{C}}$ et de 4% de la $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$. Puisque la congélation ralentit fortement l'activité microbienne, une préservation de la matière biodégradable était attendu.

Comme l'acidification, la congélation décime une partie de la biomasse lorsqu'elle est effectuée lentement, sans agent déshydratant et à une température supérieure à -80°C . Les cristaux de glace formés dans le cytoplasme peuvent briser la membrane des microorganismes, provoquant alors

leur mort (Mazur, 1970). Une partie de la biomasse de l'eau est décimée puisque l'eau a été lentement congelée telle quelle à -20°C . Toutefois, de l'inoculum a été ajouté dans les bouteilles d'essais des échantillons avant et après congélation. La biomasse nécessaire à la dégradation de la matière organique était donc présente pour effectuer le test.

Un cycle de congélation et de décongélation modifie l'eau usée en provoquant l'agrégation des particules qu'elle contient (Vesilind & Martel, 1990). Les floccs formés après la décongélation de l'eau pourrait retenir la matière organique, la rendant alors difficilement accessible aux microorganismes. Cet effet pourrait expliquer la perte de la DBO_5C de l'eau par la congélation. La matière biodégradable emprisonnée par les floccs pourrait alors être retenue sur le filtre $0,45\text{ }\mu\text{m}$ utilisé et expliqué une baisse observée de la composante $\text{C}_1\text{S}_{\text{DBO}_5\text{C}}$.

5.6 Données de suivi d'opération de la StaRRE

L'affluent de la StaRRE de St-Hyacinthe est analysé sur une base journalière. L'échantillonneur de la station est situé au même point de passage de l'affluent que les autoéchantillonneurs utilisés dans le cadre des essais précédent.

5.6.1 Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe

Les courbes obtenues à la Figure 4-19 permettent de constater qu'il y a une légère corrélation entre les valeurs obtenues en laboratoire et les valeurs fournies par la station. Les données semblent dispersées en un nuage qui ne forme par une courbe droite même s'il y a une légère tendance permettant d'observer que plus la concentration mesurée au laboratoire augmente, plus celle mesurée à la station augmente également. Un maximum de similarité entre les deux séries de données aurait permis d'observer qu'à une concentration mesurée en laboratoire, la même concentration est mesurée à la station, formant alors une courbe parfaitement droite et permettant de calculer un R^2 de 1,00.

Le Tableau 4-10 indique que ces conditions idéales sont loin d'être atteintes et ce, pour tous les paramètres évalués. Une valeur de R^2 d'au moins 0,9 permet de considérer deux facteurs comme étant corrélés et aucune des composantes analysées ne permet d'observer cette valeur. Le coefficient de corrélation calculé indique que la composante DCO est celle dont la mesure effectuée en laboratoire est la plus semblable à celle effectuée à la station, suivi par la composante DBO_5C . La DBO_5C est un paramètre sensible dont la variabilité de la mesure est causée par plusieurs facteurs comme l'opérateur et l'inoculum utilisé. La mesure de MES

et MVES est généralement reconnue comme étant plus répétable et il est surprenant de constater que cette mesure varie davantage d'un laboratoire d'analyse à l'autre que la mesure de la DBO₅C.

La comparaison entre les valeurs de concentration mesurées des X_{MES} , X_{MVES} , TOT_{DCO} et TOT_{DBO5C} mesurées à la StaRRE et au laboratoire est établie selon la Figure suivante.

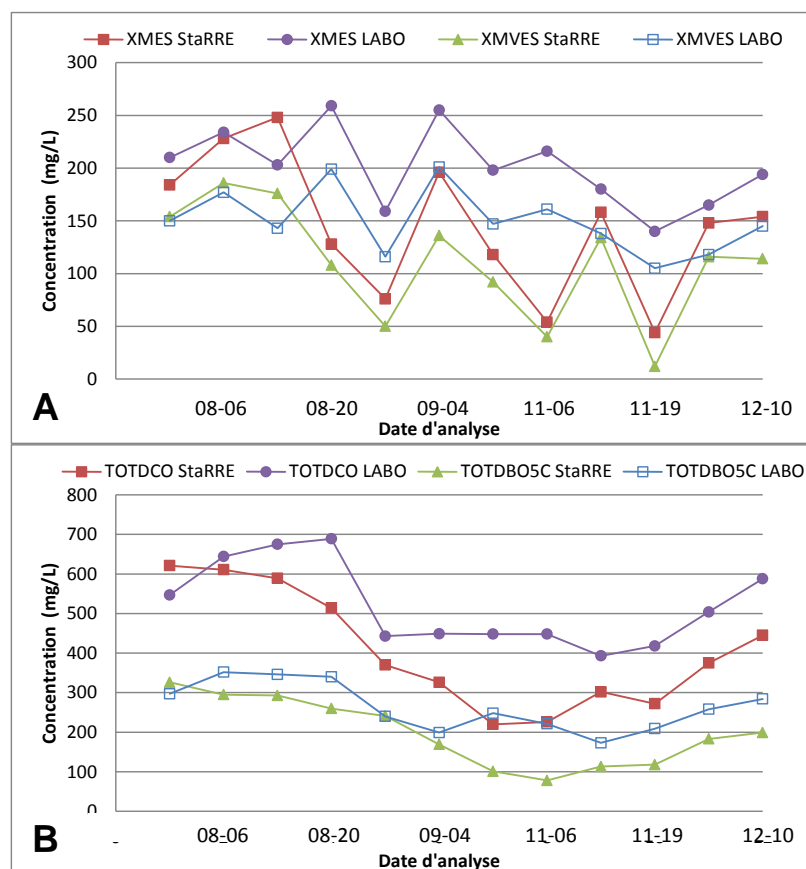


Figure 5-2 : Comparaison des mesures de X_{MES} , X_{MVES} (A) et TOT_{DCO} , TOT_{DBO5C} (B) mesurées à St-Hyacinthe (StaRRE) et au laboratoire d'École Polytechnique (LABO) en fonction de la date d'analyse

Les courbes des X_{MES} mesurés au laboratoire et à la StaRRE permettent d'observer un profil différent en fonction du temps. Puisque les crépines n'étaient pas exactement au même endroit dans la conduite d'affluent, il est alors fort probable que la concentration en matières solides varie d'un endroit à l'autre, soulignant alors l'importance d'échantillonner au même endroit d'un essai à l'autre afin de pouvoir établir une comparaison valide entre les données d'analyses. La courbe de la DCO illustre un profil plus similaire entre les deux séries de données avec toutefois un écart indiquant presque systématiquement une évaluation plus basse de la DCO au laboratoire de la StaRRE plutôt qu'au laboratoire d'École Polytechnique. Comme le démontre le Tableau

3-5, les caractéristiques des deux autoéchantillonneurs utilisés pour la comparaison des données sont très différentes et il aurait été intéressant ici de faire la distinction entre l'incertitude reliée à l'analyse par rapport à l'incertitude reliée à l'échantillonnage. Les résultats obtenus permettent quand même de supposer que certains facteurs sont déterminants dans la validité de l'analyse des composantes de l'affluent. Les tendances dans la variation des composantes mesurées semblent la même mais l'écart entre les deux valeurs sont très différentes. Les deux systèmes d'échantillonnage ne sont identiques en aucun point comme le il est démontré au Tableau 3-5 mais le prélèvement d'échantillon composite d'un affluent très mélangé sur une même période de temps aurait pu présager que des résultats comparables auraient été obtenus. L'évaluation de l'effet d'autres paramètres d'échantillonnage comme le type d'autoéchantillonneur utilisé ou le nombre d'incréments prélevés pourraient être à considérer

5.7 Évaluation des composantes X_H , XC_B , S_B et S_U

L'effet de la température d'échantillonnage et du délai d'analyse sur les composantes X_H , XC_B , S_B et S_U n'a pu être déterminé de façon valide à la suite des essais de respirométrie. Les écarts types reliés aux valeurs moyennes obtenues sont très élevés et peu d'essais permettaient d'observer la courbe de croissance exponentielle typique attendue, rendant difficile une évaluation représentative des composantes X_H , XC_B , S_B et S_U à partir de ces courbes. Les bilans de masse obtenus pour les essais se situent généralement dans une moyenne de $100\% \pm 10\%$ ce qui est un très bon résultat (Tableau A2-2).

Une variabilité peu élevée des valeurs de bilan de masse obtenues indiquent que les analyses de DCO sur les réacteurs ainsi que la mesure de la consommation de l'oxygène analysé par l'appareil de mesure de la respirométrie sont représentative (Fall et al., 2011). Selon Sperandio et al (2000), le ratio du substrat et de la biomasse initiale contenue dans l'échantillon (S_0/X_0) est déterminant dans l'obtention de paramètres cinétiques valides. Un haut ratio S_0/X_0 ($<1,0$ g DCO/g MVES) indique qu'il y a moins de biomasse présente dans l'échantillon comparativement au substrat, ce qui pourrait causer une saturation de la biomasse par ce substrat. Une similitude peut être établit entre les courbes obtenues en laboratoire et une des courbes représentée dans l'article, représentant la TUO en fonction du temps un échantillon d'eau usée contenant un haut ratio S_0/X_0 , entreposé pendant 48 h à 4°C avec une agitation constante.

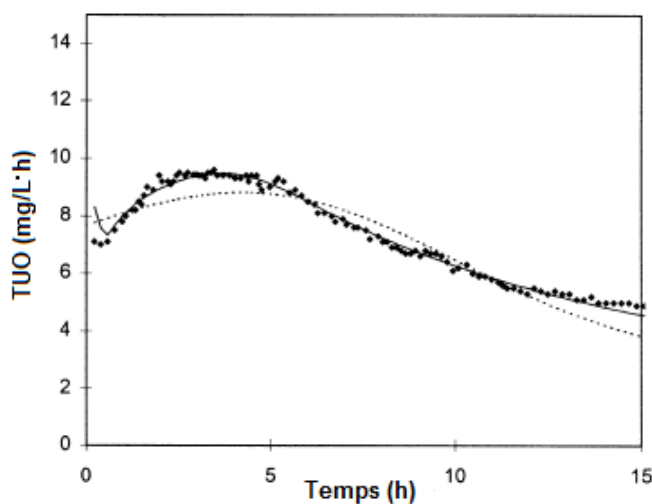


Figure 5-3 : Courbe du TUO en fonction du temps d'un échantillon d'eau usée agité pendant 48 h à 4°C (Adapté de Spérandio et al., 2000)

Certaines courbes obtenues lors des essais permettent d'observer une baisse de la TUO lente, sans baisse abrupte telle celle représentée à la Figure 5-3. Selon l'article de Spérandio et al. (2000), la matière biodégradable des échantillons utilisés dans ces essais ne serait pas totalement absorbée par la biomasse, qui a été préalablement saturée par la trop grande quantité de substrats durant le délai d'analyse. Les fractions moyennes calculées pour l'affluent de St-Hyacinthe (Tableau 4-1) indiquent effectivement une plus grande proportion de matière biodégradable ($f_{\text{DCO_DBO5}}$ bas) et de DCO filtrée ($f_{\text{CISDCO_DCO}}$ élevé). Le Tableau 4-1 indique également que la fraction $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ est un peu plus élevée que la valeur typique maximale. La matière organique et biodégradable semble donc être en proportion plus élevée dans l'affluent utilisé pour les essais de respirométrie. Le délai occasionné par le cycle d'échantillonnage de 24 h pourrait expliquer la similitude entre la courbe représentée dans l'étude de Spérandio et al (2000) et celles obtenues expérimentalement. Une aération n'a pas été effectuée durant le cycle d'échantillonnage comme décrit dans l'article mais les incréments ajoutés aux 15 minutes provenant du conduit de l'affluent en constant mélange apporteraient de l'aération à l'échantillon prélevé. Il aurait été intéressant de procéder aux essais de respirométrie sur l'affluent prélevé instantanément en comparaison avec les essais effectués sur les échantillons composites. Les résultats obtenus amènent à supposer que des essais effectués à partir des échantillons d'affluents avec l'ajout de liqueur mixte comme source de biomasse aurait probablement permis d'obtenir de meilleures courbes de TUO en fonction du temps et une détermination plus précise des composantes X_H , $X_{\text{C_DCOB}}$, S_{DCOB} et S_U .

CHAPITRE 6 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

6.1 Conclusions

Les objectifs du projet de recherche étaient d'évaluer les effets de la température d'échantillonnage, de la propreté de la bouteille d'échantillonnage ainsi que du délai entre le prélèvement des échantillons et leur analyse sur la représentativité du fractionnement des eaux usées. L'effet de la conservation des composantes de la DCO par acidification et l'effet de la conservation des composantes de la DBO₅C par acidification et congélation étaient également évalués.

Afin de répondre aux objectifs, quatre campagnes d'échantillonnage ont été effectuées dans les StaRRE de Le Gardeur, de la RAEVR et de Saint-Hyacinthe, sélectionnées principalement selon la composition de leur affluent en % de charge en DBO₅C industrielle. À chacune des StaRRE, les effets des paramètres d'échantillonnage ont été évalués sur les % de récupérations des composantes de l'affluent d'eau brute ainsi que sur la valeur des fractions typiques qu'il contient.

L'effet de l'acidification de l'eau brute à un pH < 2 sur le % de récupération de la DCO et de la DBO₅C a été évalué avec la réalisation de quatre campagnes d'échantillonnage à St-Hyacinthe. À cette même station, l'évaluation de l'effet de la congélation sur la conservation de la DBO₅C a été effectuée avec cinq campagnes d'échantillonnage et le % de récupération de la composante a été mesuré avant et après une congélation d'une semaine à -20°C.

Malgré la variabilité de la composition de l'affluent utilisé à travers les essais et certaines difficultés quant à l'obtention de résultats analytiques valides, les résultats ont permis de conclure que :

- Les paramètres d'échantillonnage causent des effets significatifs sur plusieurs composantes et fractions qui sont détaillés au Tableau 5-1
- La température d'échantillonnage et le délai d'analyse ont un effet significatif principalement sur les composantes de la DCO et de la DBO₅C et les fractions $f_{\text{CSCDCO_DCO}}$, $f_{\text{C1SDCO_DCO}}$, $f_{\text{XDCO_XMVES}}$ et $f_{\text{NH4_TKN}}$.
- Les composantes filtrées sont davantage affectées que les composantes particulières par ces paramètres d'échantillonnage.

- La bouteille sale utilisée a très peu d'effets significatifs sur les composantes et aucun effet significatif sur les fractions de l'affluent.
- L'ampleur et les composantes affectées par les paramètres d'échantillonnage étaient différentes d'un affluent à l'autre.

L'acidification de l'eau permet de conserver intégralement la DCO après un entreposage à 4 et 20°C et de la DBO₅-C à une température d'entreposage à 4°C après un délai d'analyse de 72 h. Une dégradation de la DBO₅C des échantillons acidifiés est quand même observée après 48 h à 20°C et le seul fait d'ajouter de l'acide à l'eau usée provoque une diminution de la concentration de la DBO₅C par rapport à celle mesurée au temps initial. Les changements physicochimiques de l'eau usée par la congélation semblent également provoquer une baisse de la DBO₅C.

Les travaux effectués contribuent à présenter les interactions entre les différentes composantes présentes dans l'eau usée et d'établir des liens avec certains paramètres des méthodes d'échantillonnages. La recherche est originale dans le sens où elle couvre plusieurs composantes de l'eau usée et en détermine leur sensibilité aux paramètres d'échantillonnages, en plus d'établir des comparaisons avec les fractions utilisées pour la modélisation.

6.2 Recommandations

Les multiples résultats tirés des essais effectués permettent d'émettre plusieurs recommandations quant à la réalisation d'éventuels essais complémentaires à réaliser pour confirmer ou infirmer les conclusions émises :

- Réaliser 12 campagnes d'échantillonnage à une seule StaRRE qui seraient étalées sur toute une saison, afin d'appuyer davantage les résultats obtenus. Certains résultats obtenus étaient fortement à l'écart de la tendance observée et semblaient être liés aux variabilités journalières de la composition des affluents. Une caractérisation de la nature biochimique des composantes organiques permettrait également de mieux expliquer certains résultats.
- Effectuer les essais de l'évaluation de la propreté de la bouteille avec une bouteille d'échantillonnage plus sale que celle utilisée. Des bouteilles noircies avec d'épais biofilms sont parfois utilisées sur une base régulière dans certaines StaRRE et l'effet sur

le fractionnement de l'affluent pourrait être plus significatif qu'avec celles utilisées pour ce projet.

- Effectuer les essais de l'évaluation de la propreté de la bouteille avec deux autoéchantillonneurs à 4°C et deux autoéchantillonneurs à 20°C en parallèle, contenant des bouteilles propres et sales pour chacune des températures de prélèvement.
- Effectuer les essais toujours à la même journée de la semaine. Certaines variations de la composition de l'affluent sont causées par les habitudes de vies des résidents et des activités industrielles qui se traduisent en des charges variant selon la journée de la semaine en plus de l'heure de la journée.
- Évaluer l'effet de la longueur du tube d'échantillonnage sur les composantes de l'eau usée. À chaque StaRRE visitée pour la réalisation des essais, chaque échantillonneur utilisé avait une longueur de tube d'échantillonnage différente. Parfois, ces différences pouvaient varier de quelques mètres comme à Le Gardeur où les lignes étaient d'environ 13 m avec une différence de 2 mètres entre les deux autoéchantillonneurs testés.
- Évaluer l'effet des paramètres d'échantillonnage sur le fractionnement de l'effluent primaire. L'incertitude reliée à l'hétérogénéité de l'échantillon serait alors réduite par rapport à l'échantillonnage d'eaux usées brutes et permettrait d'obtenir des résultats encore plus représentatifs, et la teneur relative en composés solubles serait plus élevée alors que ce sont ceux-ci qui sont plus sensibles aux conditions d'échantillonnage et de préservation.
- Effectuer les essais de respirométrie sur un échantillon prélevé instantanément en comparaison avec un échantillon composite prélevé par un autoéchantillonneur afin de vérifier que le cycle d'échantillonnage de 24 h affecte l'aspect de la courbe de la TUO en fonction du temps.
- Effectuer les essais de l'acidification de l'eau à un pH de 3 au lieu de <2 et ajouter un acide moins concentré à plus petite dose.

Il serait également intéressant d'évaluer l'effet de la propreté du tube d'échantillonnage, un aspect de la procédure d'échantillonnage dont le peu d'entretien est souvent observé.

Pour faire œuvre utile de ces travaux, plusieurs recommandations sont également émises quant à la procédure d'échantillonnage, de conservation et d'analyse des échantillons dans les StaRRE :

- Documenter les procédures actuelles d'échantillonnages dans les StaRRE.
- Réaliser l'échantillonnage avec des autoéchantillonneurs maintenus à 4°C durant le cycle d'échantillonnage. La basse température peut être maintenue soit avec des autoéchantillonneurs réfrigérés, soit avec des sacs de glaces insérés autour de la bouteille d'échantillonnage.
- Procéder au nettoyage de la bouteille d'échantillonnage après chaque utilisation et documenter l'apparence de celle-ci dans un cahier d'entrée de données afin d'éviter l'accumulation de biofilm en cas d'oubli de nettoyage.
- Procéder à l'analyse des échantillons le plus rapidement possible après le prélèvement. Dans le cas contraire, une analyse en moins de 48 h serait tolérée pour toutes les composantes non organiques et non solubles si les échantillons sont conservés à 4°C.
- Procéder à l'analyse des composantes organiques et biodégradables à l'intérieur d'un délai d'analyse de 24 h et conserver les échantillons à 4°C durant le délai d'analyse. Ces composantes (DBO_5C et $\text{C}_1\text{S}_{\text{DCO}}$) sont les plus sensibles à la dégradation.
- Acidifier les échantillons servant à l'analyse de la DCO avec du H_2SO_4 si l'analyse ne peut être faite dans les 24 h après le prélèvement.
- Filtrer un volume d'échantillon nécessaire à l'obtention d'une masse résiduelle supérieure à 3,5 mg afin d'obtenir plus précision dans les analyses des composantes X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} .

RÉFÉRENCES

- APHA, AWWA, & WEF. (2012). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (22th ed.). Washinton, D.C.: American Public Health Association.
- Boisclair, G., & Pagé, J. (2004). *Guide des sciences expérimentales-Observations, Mesures et Rédaction du rapport de laboratoire*. Montréal, QC: ERPI.
- CEAEQ. (2009). *Guide d'échantillonnage à des fins d'analyses environnementales-Cahier 2: Échantillonnage des rejets liquides*. Centre d'expertise en analyse environnementale du Québec, Gouvernement du Québec.
- Comeau, Y., Chazarenc, F., Desjardins, M. A., Guiot, S., Houweling, D., & Labelle, M. A. (2013). Cours CIV 8220 - Épuration biologique des eaux usées. Polytechnique Montréal
- Fall, C., Flores, N. A., Espinoza, M. A., Vazquez, G., Loaiza-Navia, J., Van Loosdrecht, M. C. M., & Hooijmans, C. M. (2011). Divergence between respirometry and physicochemical methods in the fractionation of the chemical oxygen demand in municipal wastewater. *Water Environment Research*, 83(2), 162-172. doi: 10.2175/106143010X12780288627931
- Gallert, C., & Winter, J. (2005). Bacterial Metabolism in Wastewater Treatment Systems. In H.-J. J. a. J. Winter (Ed.), *Environmental Biotechnology. Concepts and Applications* (pp. 48). Weinheim: WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.
- Garrett, R. H., & Grisham, C. M. (2000). *Biochimie* (2nd ed.). Paris: De Boeck Université.
- Henze, M. (1992). Characterization of wastewater for modelling of activated sludge processes. *Water Science and Technology*, 25(6), 1-15.
- Henze, M., van Loosdrecht, M. C. M., Ekama, G. A., & Brdjanovic, D. (2008). *Biological wastewater treatment - Principles, Modelling and Design*. London, UK: IWA Publishing.
- Quevauviller, Philippe. (2006) *Métrologie en chimie de l'environnement* (2^{ième} ed.), Paris: Éditions TEC et DOC
- Mamais, D., Jenkins, D., & Pitt, P. (1993). A rapid physical-chemical method for the determination of readily biodegradable soluble COD in municipal wastewater. *Water Research*, 27(1), 195-197.
- MAMR. (2006). *Suivi des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux*. Ministère des affaires municipales et des régions. Gouvernement du Québec
- MAMROT. (2012). *Évaluation de performance des ouvrages municipaux d'assainissement des eaux pour l'année 2012*. Ministère des affaires municipales, des régions et de l'occupation du territoire, Gouvernement du Québec
- Mazur, P. (1970). The freezing of biological systems. *Science*, 168, 939-948.
- Melcer, H., Dold, P., Jones, R. M., Bye, C. M., & Takacs, I. (2003). *Methods for Wastewater Characterization in Activated Sludge Modeling*. Alexandria, VA: Water Environment Research Foundation.
- Metcalf, & Eddy. (2014). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* (5th ed.). New-York: McGraw-Hill.

- Muirhead, W. M., Farmer, G., Walker, S., Robb, L., Elmendorf, H., Matthews, R., Melcer, H. (2006). *Study of raw wastewater BOD5 and cBOD5 relationship yields surprising results*. Paper presented at the WEFTEC, Octobre, Dallas, TX
- Muyzer, G., & Stams, A. J. (2008). The ecology and biotechnology of sulphate-reducing bacteria. *Nature Reviews Microbiology*, 6(6), 441-454. doi: 10.1038/nrmicro1892
- Nopens, I., Capalozza, C., Vanrolleghem, P.A. (2001) *Technical report: Stability analysis of a synthetic municipal wastewater*. Belgique: Université de Gand
- Ort, C., Lawrence, M.G., Rieckermann, J., Joss, A. (2010). Sampling for Pharmaceuticals and Personal Care Products (PPCPs) and Illicit Drugs in Wastewater Systems: Are Your Conclusions Valid? A Critical Review. *Environmental Science and Technology*, 44(16), 6024-6035. doi: 10.1021/es100779n
- Rieger, L., Takács, I., Siegrist, H., Lessard, P., Vanrolleghem, P.A., Comeau, Y. (2010). Data reconciliation for wastewater treatment plant simulation studies: Planning for high-quality data and typical sources of errors. *Water Environment Research*, 82, 426-434. doi: 10.2175/106143009X12529484815511
- Takács, I., & Vanrolleghem, P. A. (2006). *Elemental balances in activated sludge modelling*. Paper presented at the Proc. IWA World Water Congress, 10–14 Sept, Beijing, China.
- Vesilind, P. A., & Martel, J. C. (1990). Freezing of water and wastewater sludge. *Journal of Environmental Engineering*, 116, 854-862.
- Wentzel, M. C., Mbewe, A., & Ekama, G. A. (1995). Batch test for measurement of readily biodegradable COD and active organism concentrations in municipal wastewaters. *Water SA*, 21(2), 117-124.

ANNEXES

Annexe 1- Informations complémentaires

TOT _N (TN)	TOT _{TKN} (TKN)	X _{TKN}	X _{TKN}	XC _{TKN}
		CS _{TKN}	C _{TKN}	
	S _{NOX} (NO ₂ -NO ₃)		S _{NH4}	S _{NH4}

Figure A1-1: Fractionnement de l'azote dans l'affluent d'eau usée brute (Comeau et al., 2013)

TOT _P (TP)	X _P		X _{PP} (poly -P)	XC _P
			X _{P,pre}	
			X _{P,org}	
	C _P	C _{P,pre}		
		C _{P,org}		
	CS _P	S _P (S _{PO4} ; o-PO ₄ FILT)		

Figure A1-2 : Fractionnement du phosphore dans l'affluent d'eau usée brute (Comeau et al., 2013)

Annexe 2-Résultats complémentaires

Tableau A2-1 : Concentrations moyennes mesurées des composantes des affluents de Le Gardeur, RAEVR et St-Hyacinthe

Paramètre	Le Gardeur		RAEVR		St-Hyacinthe	
	Conc. moyenne (mg/L)	± (mg/L)	Conc. moyenne (mg/L)	± (mg/L)	Conc. moyenne (mg/L)	± (mg/L)
TOT _{DCO}	438	41	273	61	639	63
C ₂ S _{DCO}	-	-	48	11	355	47
C ₁ S _{DCO}	108	30	44	11	342	50
MES	244	33	192	20	226	22
MVES	193	17	139	12	168	27
MIES	42	13	53	9	58	4
TOT _{cDBO5}	203	22	96	8	334	25
C ₁ Sc _{DBO5}	50	23	11	4	148	28
TKN	28	3,8	22	1	31	1,56
S _{NH4}	16	1,9	12	2	13	2,85
TP	3,81	0,67	2,4	0,54	4,6	0,10
S _{PO4}	1,55	0,44	0,47	0,20	0,36	0,32

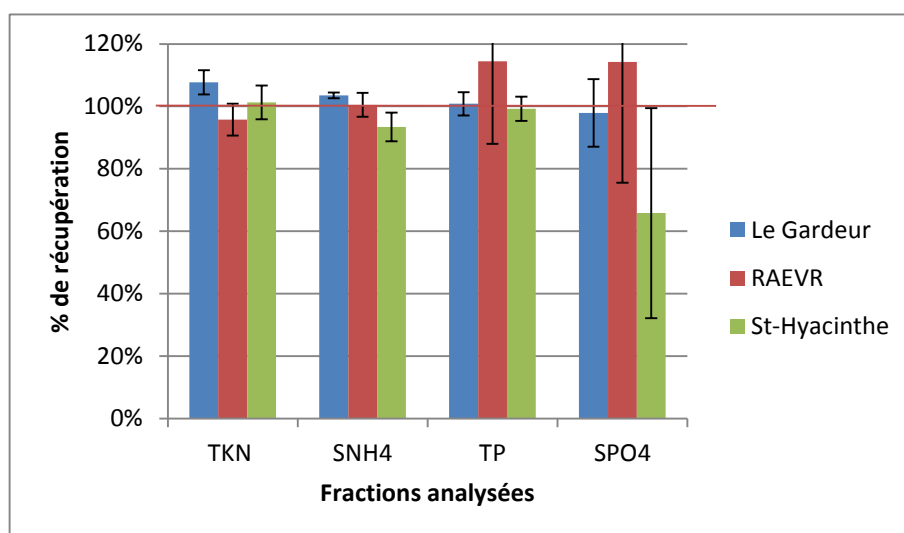


Figure A2-1 : Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur le % de récupération des fractions d'azote et de phosphore

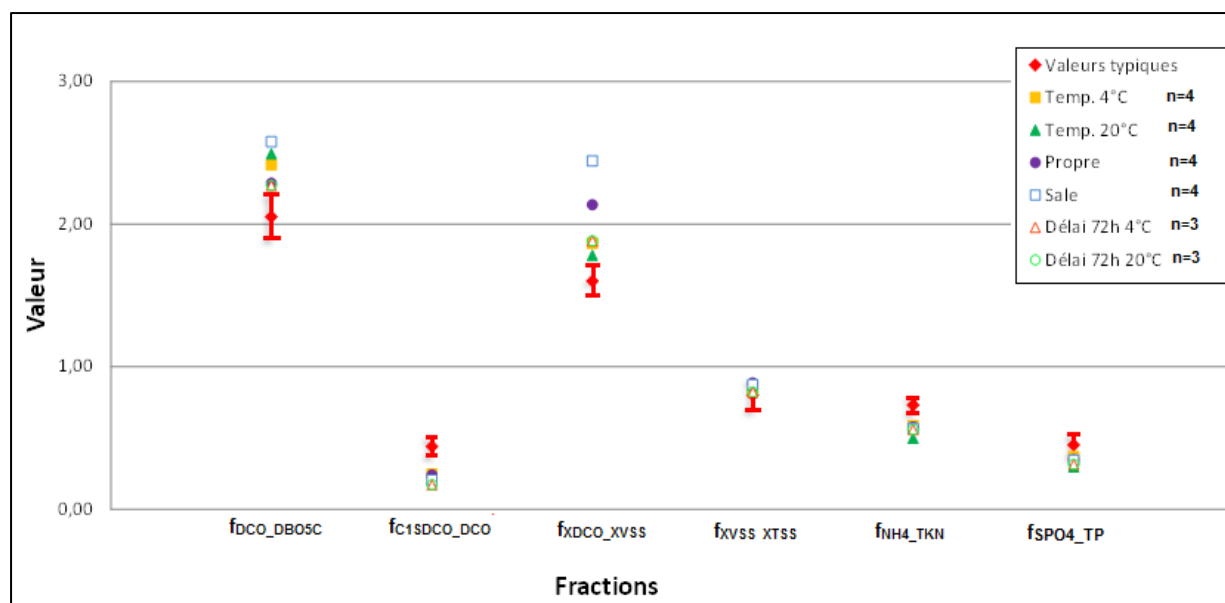


Figure A2-2 : Évaluation de l'effet des paramètres d'échantillonnages sur les fractions de l'affluent de Le Gardeur

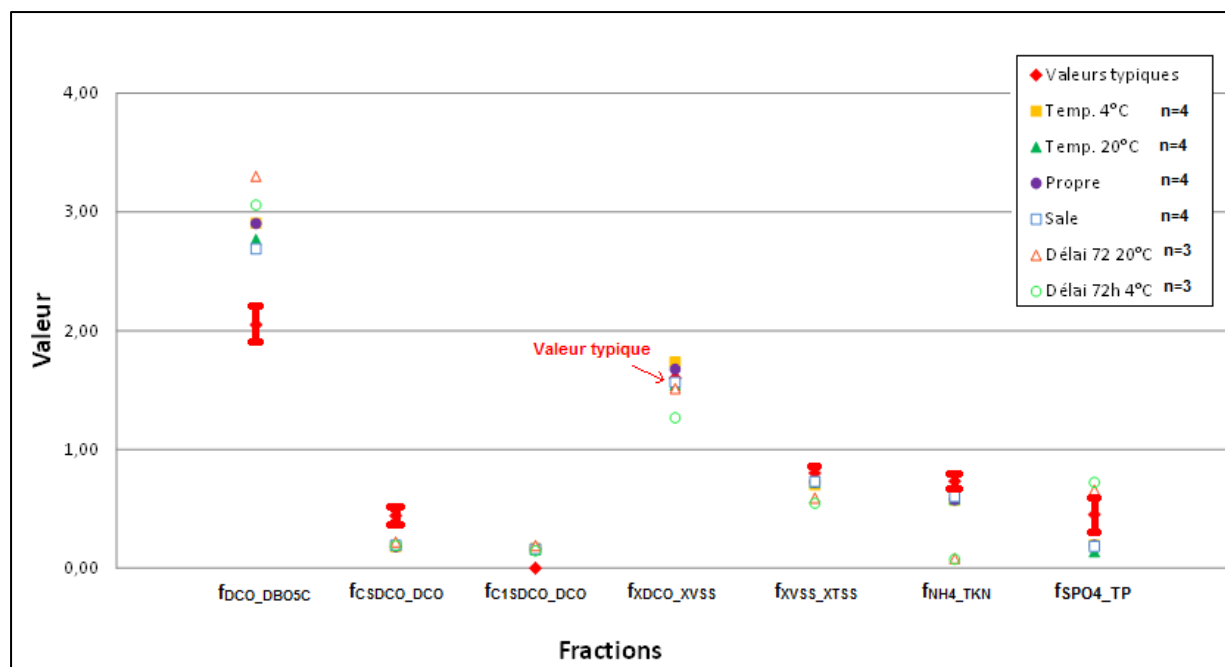


Figure A2-3 : Évaluation de l'effet des paramètres d'échantillonnages sur les fractions de l'affluent de la RAEVR

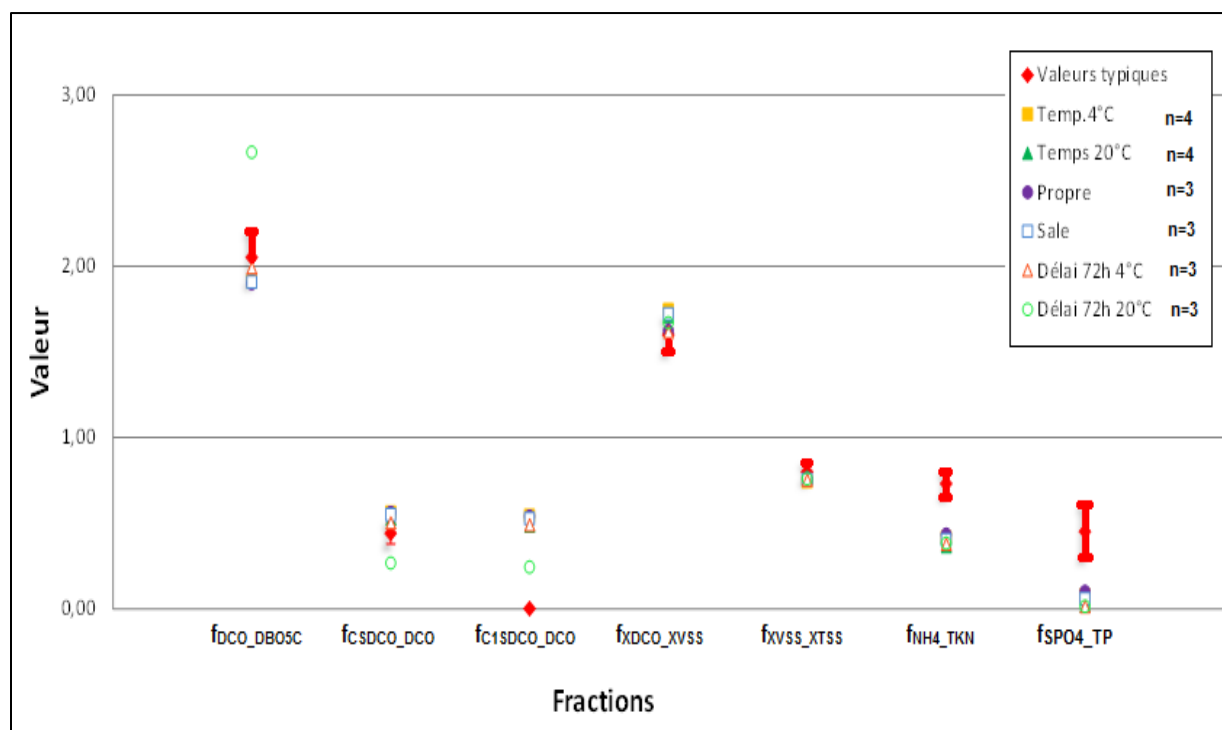


Figure A2-4 : Évaluation de l'effet des paramètres d'échantillonnages sur les fractions de l'affluent de St-Hyacinthe

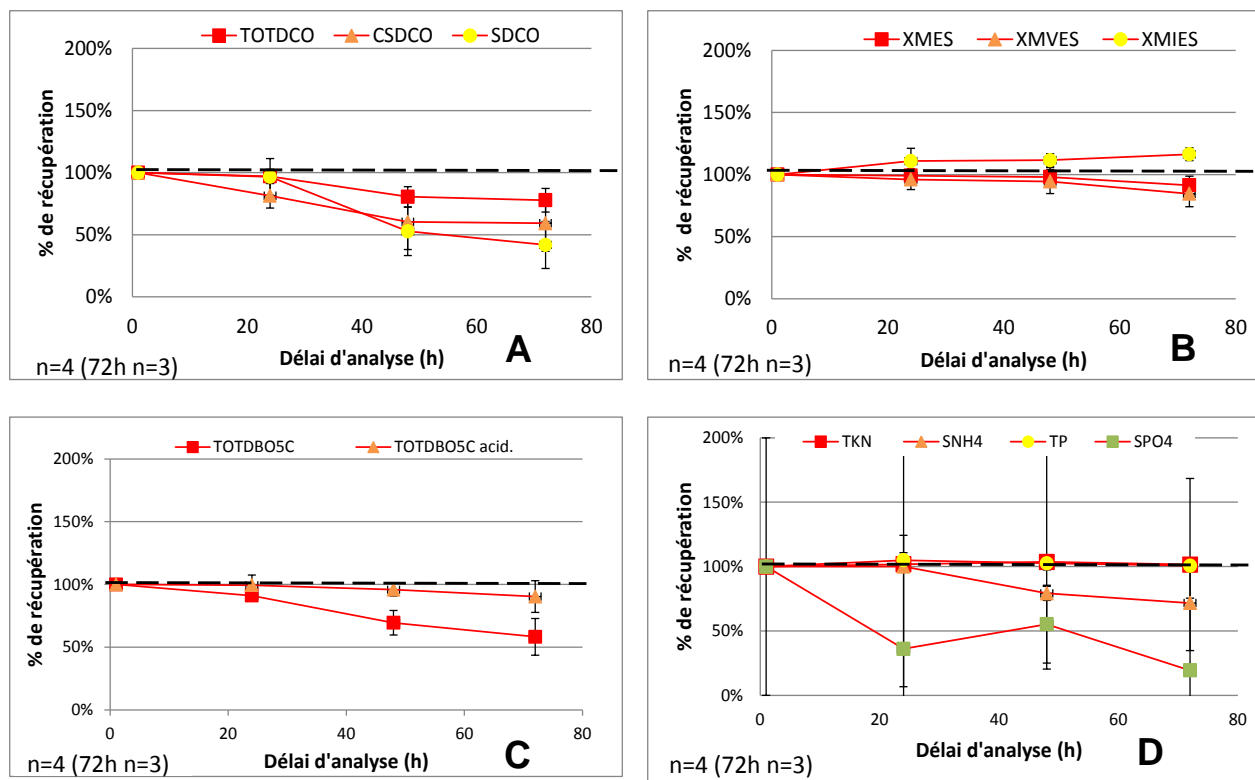


Figure A2-5 : Effet du délai d'analyse sur les composantes de DCO (A), de X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} (B), de DBO_5C (C) et d'azote et de phosphore (D) de l'affluent de St-Hyacinthe entreposé à 20°C.

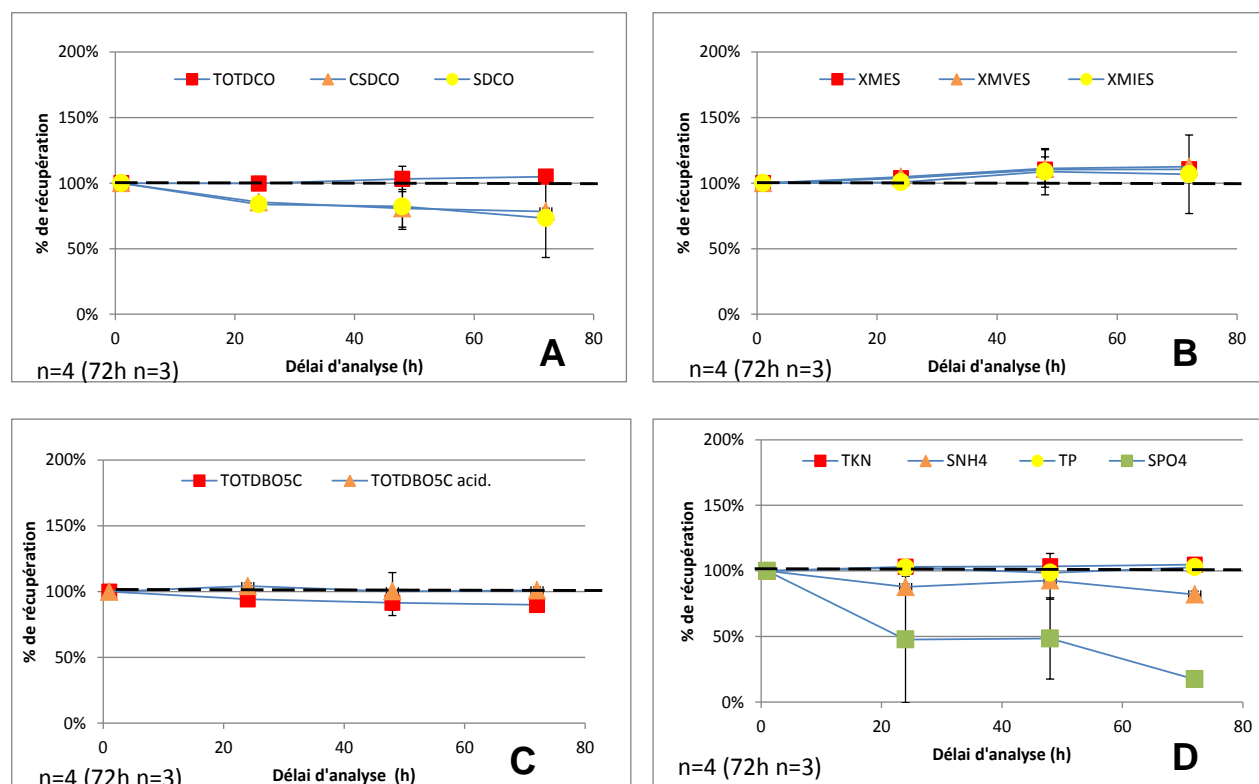


Figure A2-6 : Effet du délai d'analyse sur les composantes de DCO (A), de X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} (B), de DBO_5C (C) et d'azote et de phosphore (D) de l'affluent de St-Hyacinthe entreposé à 4°C.

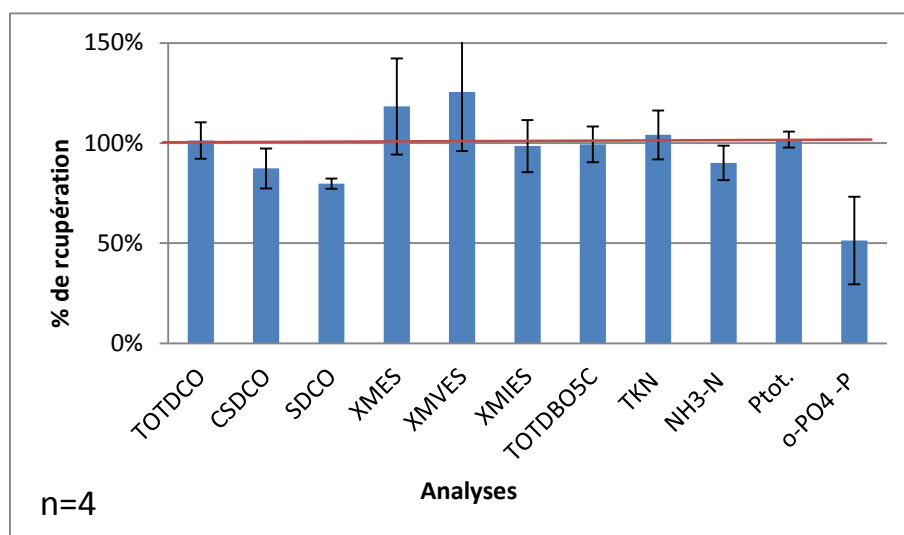


Figure A2-7 : Effet de la température d'échantillonnage sur les composantes de DCO, de X_{MES} , X_{MVES} et X_{MIES} , de DBO_5C et d'azote et de phosphore de l'affluent de St-Hyacinthe

Tableau A2-2: Calcul des fractions X_H , CX_{BDCO} , S_{BDCO} à partir d'essais de respirométrie selon la méthode de Wentzel (1995).

Essai	Délai d'analyse	Temp. échantillonnage	Bilan de masse	X_H	S_{BCOD}	S_{DCO}	SU	S_{BCOD}/TOT	% récup. S_{BCOD}	% de récup. S_{DCO}	% de récup. SU
	h	°C	%	mg DCO/L	mg DCO/L	mg DCO/L	mg DCO/L	%	%	%	%
1	1	4	107%	10,98	14,92	199	184	4%	100%	100%	100%
1	48	4	92%	9,60	17,12	184	167	4%	115%	92%	91%
2	1	4	103%	11,00	19,96	257	237	4%	100%	100%	100%
2	24	4	93%	56,19	10,86	225	214	2%	54%	88%	90%
2	48	4	91%	30,16	12,38	198	186	3%	62%	77%	78%
2	72	4	96%	18,71	19,05	212	193	3%	95%	82%	81%
3	1	4	107%	6,00	23,85	320	296	4%	100%	100%	100%
3	48	4	92%	57,30	7,65	368	360	1%	32%	115%	122%
3	72	4	105%	91,14	10,01	294	284	2%	42%	92%	96%
1	1	20	119%	13,49	16,94	165	148	4%	100%	100%	100%
1	24	20	95%	15,83	18,93	185	166	5%	112%	112%	112%
2	1	20	105%	19,85	21,68	199	177	4%	100%	100%	100%
2	24	20	109%	42,47	10,58	212	201	2%	49%	107%	114%
2	48	20	95%	55,11	3,95	127	123	1%	18%	64%	69%
2	72	20	97%	30,16	3,22	133	130	1%	15%	67%	73%
3	1	20	120%	28,91	20,34	259	239	3%	100%	100%	100%
3	24	20	108%	48,11	4,85	211	206	1%	24%	81%	86%
3	48	20	96%	26,70	11,70	140	128	2%	58%	54%	54%
3	72	20	103%	104,11	5,41	56	51	1%	27%	22%	21%

Valeurs en rouge = Bilan de masse au-dessus de 110%

Tableau A2-3 : Effet du volume d'inoculum utilisé sur la valeur moyenne de DBO_5C obtenue pour une solution standard de glucose-acide glutamique de $198 \pm 30,5$ mg DBO_5/L (Analyses effectuées par Catherine Brosseau et Bettina Emile du laboratoire CREDEAU le 2012-06-13)

Volume inoculum	Valeur DBO_5C	Moyenne
ml	mg /L	mg/L
2	131	127
2	131	
2	120	
2	127	
4	132	130
4	134	
4	125	
4	128	

Annexe 3- Résultats bruts

Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage : Le Gardeur

Tableau A3-1 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de sept essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent à Le Gardeur.

Résultat	Composante	Essai	1		2		3		4		5		6		7	
		Date d'analyse	2012-07-10		2012-07-11		2012-07-17		2012-07-18		2012-07-20		2012-07-21		2012-08-07	
		Unité	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	330	448	451	501	442	469	319	427	438	456	342	359	471	486
	TOT _{DCOacid}	mg DCO/L	510	437	435	512	453	463	365	316	450	473	408	400	475	488
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	-	-	-	-	403	469	301	350	413	437	322	343	474	444
	CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	79	132	127	90	74	117	73	101	76	119	68	84	147	107
	X _{MES}	mg MES/L	180	212	211	232	231	251	164	151	259	250	178	177	259	217
	X _{MVES}	mg MVES/L	153	179	188	203	199	217	151	135	221	190	160	152	225	181
	X _{MIES}	mg MIES/L	27	33	24	29	32	34	13	16	38	60	18	26	34	30
	TOT _{DBO5}	mg DBO/L	189	223	214	206	198	233	149	163	212	250	149	163	199	248
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	186	215	170	195	173	204	124	145	217	225	124	145	184	198
	C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	35	55	39	58	24	51	24	43	36	69	24	43	47	73
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	37	55	39	58	28	61	21	37	38	73	21	37	48	73
	TKN	mg N/L	31,5	30,4	30,2	30,6	26,6	30,4	19,8	22,0	22,9	22,7	19,4	21,6	28,3	28,4
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	15,1	16,8	-	-	12,6	17,5	9,3	13,2	10,0	13,3	10,5	14,3	16,4	15,4
	S _{NOX}	mg NO3-N/L	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TP	mg P/L	5,12	4,46	4,40	4,79	3,75	4,31	2,80	3,04	3,56	3,24	2,63	3,15	4,04	4,36
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	2,16	1,76	-	-	1,10	2,00	0,85	1,11	0,73	0,98	0,56	1,02	1,43	1,59
% de récupération	TOT _{DCO}	%	74%		90%		94%		75%		96%		95%		97%	
	TOT _{DCOacid}	%	117%		85%		98%		116%		95%		102%		97%	
	TOT _{DCOultra}	%	-		-		86%		86%		94%		94%		107%	
	CS _{DCO}	%	-		-		-		-		-		-		-	
	C ₁ S _{DCO}	%	60%		141%		63%		72%		64%		81%		138%	
	X _{MES}	%	86%		91%		92%		109%		103%		100%		123%	
	X _{MVES}	%	81%		93%		92%		112%		116%		105%		124%	
	X _{MIES}	%	85%		81%		94%		86%		62%		70%		114%	
	TOT _{DBO5}	%	85%		104%		85%		92%		85%		92%		80%	
	TOT _{DBO5C}	%	68%		68%		46%		57%		52%		57%		65%	
	C ₁ S _{DBO5}	%	87%		87%		85%		85%		97%		85%		93%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	65%		68%		47%		57%		52%		57%		64%	
	TKN	%	104%		99%		88%		90%		101%		90%		100%	
	S _{NH4}	%	90%		-		72%		70%		75%		73%		106%	
	S _{NOX}	%	-		-		-		-		-		-		-	
	TP	%	115%		92%		87%		92%		110%		83%		93%	
	S _{PO4}	%	123%		-		55%		77%		74%		55%		90%	
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,30	0,28	0,18	0,17	0,25	0,23	0,24	0,17	0,26	0,20	0,23	0,31	0,22
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,64	1,76	1,72	2,03	1,85	1,62	1,63	2,41	1,63	1,77	1,72	1,81	1,44	2,10
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	10,5	14,7	14,9	16,4	16,6	15,4	16,1	19,4	19,1	20,1	17,6	16,6	16,6	17,1
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	64	100	103	105	118	109	114	140	123	141	130	114	117	111
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,85	0,84	0,89	0,87	0,86	0,87	0,92	0,90	0,85	0,76	0,90	0,86	0,87	0,86
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,78	2,09	2,66	2,57	2,56	2,30	2,58	2,94	2,01	2,03	2,77	2,47	2,55	2,46
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,99	0,96	0,79	0,95	0,87	0,87	0,83	0,89	1,03	0,90	0,83	0,89	0,93	0,80
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,42	0,39	-	-	0,29	0,46	0,30	0,37	0,21	0,30	0,21	0,32	0,35	0,36
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,48	0,55	-	-	0,47	0,58	0,47	0,60	0,43	0,59	0,54	0,66	0,58	0,54

Valeurs en rouge : Données exclues du calcul de la moyenne

Tableau A3-2 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent à Le Gardeur

Composante	Unités	Concentration			
		Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	450	47	399	65
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	441	66	442	47
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	409	58	382	71
CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	107	17	92	31
X _{MES}	mg MES/L	231	20	228	33
X _{MVES}	mg MVES/L	194	16	197	29
X _{MIES}	mg MIES/L	37	13	31	6
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	212	37	187	28
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	189	32	168	34
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	56	12	33	9
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	56	15	33	10
TKN	mg N/L	26,6	4,3	25,5	4,9
S _{NH4}	mg NH4-N/L	15,1	1,8	12,3	2,9
S _{NOX}	mg NO3-N/L	-	-	-	-
TP	mg P/L	3,91	0,73	3,76	0,87
S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,41	0,43	1,14	0,59
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	89%		10%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	101%		11%	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	93%		9%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	-		-	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	88%		36%	
X _{MES}	mg MES/L	99%		15%	
X _{MVES}	mg MVES/L	101%		18%	
X _{MIES}	mg MIES/L	87%		19%	
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	89%		8%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	59%		8%	
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	88%		5%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	59%		8%	
TKN	mg N/L	96%		6%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	81%		14%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	-		-	
TP	mg P/L	96%		12%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	79%		25%	
Fraction	Unités	Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,04	0,23	0,05
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,86	0,20	1,66	0,15
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	17,1	2,0	15,9	2,7
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	117	17	110	22
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,84	0,04	0,87	0,03
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,29	0,23	2,31	0,39
f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,90	0,05	0,89	0,09
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,37	0,06	0,30	0,08
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,59	0,04	0,50	0,05

Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage : RAEVR

Tableau A3-3 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent à la RAEVR

Résultat	Paramètre	Essai	1		2		3		4	
		Date d'analyse	2013-06-19		2013-06-22		2013-07-02		2013-07-09	
		Unité	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	205	194	278	338	297	296	260	265
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	160	154	248	240	290	291	268	315
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	161	187	240	210	253	290	250	229
	CS _{DCO}	mg DCO/L	40	37	46	45	49	49	60	63
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	34	30	38	52	40	43	47	52
	X _{MES}	mg MES/L	203	202	197	173	220	215	172	176
	X _{MVES}	mg MVES/L	139	142	143	124	155	134	133	134
	X _{MIES}	mg MIES/L	64	60	53	48	66	43	40	43
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	103	99	84	84	98	99	96	101
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	6	7	6	8	11	16	7	12
	TKN	mg N/L	19,7	20,6	20,9	20,4	22,8	23,5	21,6	22,0
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,9	10,2	12,1	12,4	13,9	14,4	12,5	12,9
	TP	mg P/L	3,13	1,60	2,50	2,34	3,02	2,84	2,48	2,62
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,38	0,18	0,40	0,47	0,39	0,63	0,46	0,59
% Enlèvement	TOT _{DCO}	%	105%		82%		101%		98%	
	TOT _{DCOacid.}	%	104%		104%		100%		85%	
	TOT _{DCOultra}	%	86%		115%		87%		109%	
	CS _{DCO}	%	110%		104%		99%		95%	
	C ₁ S _{DCO}	%	113%		72%		93%		91%	
	X _{MES}	%	101%		114%		103%		98%	
	X _{MVES}	%	98%		115%		116%		99%	
	X _{MIES}	%	107%		110%		154%		94%	
	TOT _{DBO5C}	%	104%		100%		99%		95%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	81%		77%		68%		64%	
	TKN	%	96%		102%		97%		98%	
	S _{NH4}	%	107%		98%		97%		97%	
	TP	%	196%		107%		106%		95%	
	S _{PO4}	%	211%		85%		62%		78%	
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,20	0,19	0,17	0,13	0,16	0,17	0,23	0,24
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,16	0,15	0,14	0,15	0,13	0,14	0,18	0,20
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,23	1,16	1,68	2,30	1,67	1,89	1,60	1,59
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	10,4	9,4	13,3	16,6	13,0	12,6	-	12,0
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	65	121	111	144	98	104	-	101
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,69	0,70	0,73	0,72	0,70	0,62	0,77	0,76
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,99	1,96	3,32	4,03	3,04	3,00	2,72	2,63
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,12	0,11	0,16	0,20	0,13	0,22	-	0,23
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,55	0,50	0,58	0,61	0,61	0,61	-	0,59

Tableau A3-4 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent à la RAEVR

Composante	Unités	Concentration			
		Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	639	64	627	54
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	646	72	623	68
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	624	83	621	85
CS _{DCO}	mg DCO/L	360	36	328	29
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	348	37	302	23
X _{MES}	mg MES/L	226	22	247	20
X _{MVES}	mg MVES/L	168	26	191	22
X _{MIES}	mg MIES/L	58	4	56	4
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	334	25	324	36
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	148	28	147	29
TKN	mg N/L	30,5	1,6	31,1	1,8
S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,8	2,8	10,8	1,2
TP	mg P/L	4,57	0,10	4,57	0,15
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,36	0,32	0,07	0,03
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	98%		2%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	96%		3%	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	100%		7%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	91%		2%	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	87%		4%	
X _{MES}	mg MES/L	110%		11%	
X _{MVES}	mg MVES/L	114%		16%	
X _{MIES}	mg MIES/L	97%		2%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	97%		4%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	99%		5%	
TKN	mg N/L	102%		4%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	87%		18%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	101%		5%	
TP	mg P/L	43%		37%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	54%		2%	
Fraction	Unités	Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne		Moyenne	
		Écart type		Écart type	
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,56	0,01	0,52	0,00
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,55	0,02	0,48	0,01
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,75	0,25	1,71	0,05
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	21,0	2,8	19,8	2,9
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	140	13	134	16
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,74	0,04	0,77	0,03
f _{DCO_DBO5C}	g DBO5/g DBO5	1,91	0,09	1,94	0,09
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,08	0,07	0,02	0,01
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,42	0,07	0,36	0,01

Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage : St-Hyacinthe

Tableau A3-5 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent à St-Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Essai	1		2		3		4	
		Date d'analyse	2013-07-30		2013-08-06		2013-08-21		2013-08-28	
		Unité	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C	20°C	4°C
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	549	547	636	644	652	675	670	689
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	523	538	675	674	642	678	651	692
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	504	510	663	618	698	685	620	685
	CS _{DCO}	mg DCO/L	285	306	335	371	342	384	349	378
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	269	294	306	363	314	378	319	359
	X _{MES}	mg MES/L	218	212	251	238	256	204	263	251
	X _{MVES}	mg MVES/L	160	153	198	183	194	141	210	197
	X _{MIES}	mg MIES/L	58	59	52	55	62	64	53	54
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	270	297	347	352	343	346	338	340
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	105	107	152	154	163	173	168	158
	TKN	mg N/L	33,1	32,4	30,6	28,7	29,5	30,0	-	30,9
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,2	16,5	11,0	10,3	10,6	10,8	9,2	13,4
	TP	mg P/L	4,75	4,47	4,50	4,66	4,47	4,49	-	4,66
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,11	0,65	0,07	0,10	0,04	0,05	0,04	0,62
% Enlèvement	TOT _{DCO}	%	100%		99%		97%		97%	
	TOT _{DCOacid.}	%	97%		100%		95%		94%	
	TOT _{DCOultra}	%	99%		107%		102%		91%	
	CS _{DCO}	%	93%		90%		89%		92%	
	C ₁ S _{DCO}	%	91%		84%		83%		89%	
	X _{MES}	%	103%		105%		125%		105%	
	X _{MVES}	%	105%		108%		138%		106%	
	X _{MIES}	%	98%		95%		97%		99%	
	TOT _{DBO5C}	%	91%		98%		99%		99%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	98%		99%		94%		106%	
	TKN	%	102%		107%		98%		-	
	S _{NH4}	%	74%		107%		98%		69%	
	TP	%	106%		97%		100%		-	
	S _{PO4}	%	17%		70%		80%		6%	
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,52	0,56	0,53	0,58	0,53	0,57	0,52	0,55
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,49	0,54	0,48	0,56	0,48	0,56	0,48	0,52
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,75	1,66	1,67	1,54	1,74	2,11	1,67	1,67
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	16,6	16,9	20,8	22,4	22,1	22,5	-	22,3
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	116	122	141	138	146	150	-	148
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,73	0,72	0,79	0,77	0,76	0,69	0,80	0,79
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,04	1,84	1,84	1,83	1,90	1,95	1,98	2,03
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,02	0,15	0,02	0,02	0,01	0,01	-	0,13
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,37	0,51	0,36	0,36	0,36	0,36	-	0,43

Tableau A3-6 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent de St-Hyacinthe

Composante	Unités	Concentration			
		Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	639	64	627	54
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	646	72	623	68
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	624	83	621	85
CS _{DCO}	mg DCO/L	360	36	328	29
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	348	37	302	23
X _{MES}	mg MES/L	226	22	247	20
X _{MVES}	mg MVES/L	168	26	191	22
X _{MIES}	mg MIES/L	58	4	56	4
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	334	25	324	36
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	148	28	147	29
TKN	mg N/L	30,5	1,6	31,1	1,8
S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,8	2,8	10,8	1,2
TP	mg P/L	4,57	0,10	4,57	0,15
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,36	0,32	0,07	0,03
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	98%		2%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	96%		3%	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	100%		7%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	91%		2%	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	87%		4%	
X _{MES}	mg MES/L	110%		11%	
X _{MVES}	mg MVES/L	114%		16%	
X _{MIES}	mg MIES/L	97%		2%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	97%		4%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	99%		5%	
TKN	mg N/L	102%		4%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	87%		18%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	101%		5%	
TP	mg P/L	43%		37%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	54%		2%	
Fraction	Unités	Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CS_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,56	0,01	0,52	0,00
f _{C₁S_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,55	0,02	0,48	0,01
f _{X_{DCO}_X_{VSS}}	g X _{DCO} /g MVES	1,75	0,25	1,71	0,05
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	21,0	2,8	19,8	2,9
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	140	13	134	16
f _{X_{MVES}_X_{MES}}	g MVES/g MES	0,74	0,04	0,77	0,03
f _{DCO_DBO5C}	g DBO5/g DBO5	1,91	0,09	1,94	0,09
f _{S_{PO4}_TP}	g PO4-P/g P	0,08	0,07	0,02	0,01
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,42	0,07	0,36	0,01

Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille : Le Gardeur

Tableau A3-7 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de quatre essais de l'évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur l'affluent à Le Gardeur.

Résultat	Paramètre	Essai	1		2		3		4	
		Date d'analyse	2012-09-19		2012-09-26		2012-10-10		2012-11-07	
		Unités	Propre	Sale	Propre	Sale	Propre	Sale	Propre	Sale
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	327	421	602	669	803	895	472	411
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	302	375	546	582	274	310	451	453
	CS _{DCO}	mg DCO/L	100	107	236	212	709	710	172	165
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	83	87	199	160	90	87	124	111
	X _{MES}	mg MES/L	169	206	244	265	260	231	200	194
	X _{MVES}	mg MVES/L	145	178	214	233	233	206	182	167
	X _{MIES}	mg MIES/L	24	28	29	32	27	25	18	27
	TOT _{DBO5}	mg DBO/L	174	191	306	312	322	284	251	227
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	43	44	36	99	142	103	44	47
	C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	149	182	282	281	301	260	220	190
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	45	41	35	36	110	73	42	44
	TKN	mg N/L	24	26	-	-	22	24	27	28
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12	13	-	-	-	-	18	18
	S _{NOX}	mg NO3-N/L	<0,05	<0,05	-	-	-	-	<0,05	<0,05
	TP	mg P/L	3,2	3,3	-	-	3,4	3,5	4,3	4,1
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,1	1,0	-	-	-	-	1,5	1,5
% de récupération	TOT _{DCO}	%	129%		111%		111%		87%	
	TOT _{DCOacid.}	%	-		-		-		-	
	TOT _{DCOultra}	%	124%		107%		113%		100%	
	CS _{DCO}	%	108%		90%		100%		96%	
	C ₁ S _{DCO}	%	105%		80%		97%		90%	
	X _{MES}	%	122%		109%		89%		97%	
	X _{MVES}	%	123%		109%		88%		92%	
	X _{MIES}	%	118%		109%		93%		145%	
	TOT _{DBO5}	%	110%		102%		88%		90%	
	TOT _{DBO5C}	%	100%		275%		72%		106%	
	C ₁ S _{DBO5}	%	122%		100%		86%		86%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	92%		101%		66%		106%	
	TKN	%	108%		-		111%		104%	
	S _{NH4}	%	104%		-		-		103%	
	S _{NOX}	%	-		-		-		-	
	TP	%	102%		-		104%		97%	
	S _{PO4}	%	90%		-		-		106%	
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,25	0,21	0,33	0,24	0,11	0,10	0,26	0,27
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,68	1,88	1,88	2,18	3,07	3,92	1,92	1,79
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	13,6	16,3	-	-	36,7	36,7	17,4	14,6
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	102	129	-	-	239	256	111	100
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,86	0,86	0,88	0,88	0,90	0,89	0,91	0,86
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,19	2,31	2,14	2,38	2,67	3,44	2,15	2,16
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,86	0,95	0,92	0,90	0,94	0,92	0,88	0,84
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,35	0,31	-	-	-	-	0,34	0,37
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,50	0,49	-	-	-	-	0,65	0,64

Tableau A3-8 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent de St-Hyacinthe

Composante	Unités	Concentration			
		Propre		Sale	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	551	202	599	231
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	-	-	-	-
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	393	128	430	117
CS _{DCO}	mg DCO/L	304	275	299	277
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	124	53	111	34
X _{MES}	mg MES/L	218	41	224	31
X _{MVES}	mg MVES/L	193	39	196	30
X _{MIES}	mg MIES/L	25	5	28	3
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	263	67	253	54
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	66	51	73	32
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	238	69	228	50
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	58	35	48	16
TKN	mg N/L	24	3	26	2
S _{NH4}	mg NH4-N/L	15	4	15	4
S _{NOX}	mg NO3-N/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
TP	mg P/L	3,60	0,57	3,62	0,44
S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,29	0,23	1,28	0,36
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	110%		17%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	-		-	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	111%		10%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	98%		7%	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	93%		10%	
X _{MES}	mg MES/L	104%		14%	
X _{MVES}	mg MVES/L	103%		16%	
X _{MIES}	mg MIES/L	116%		22%	
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	98%		10%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	138%		92%	
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	99%		17%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	91%		18%	
TKN	mg N/L	108%		4%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	103%		1%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	-		-	
TP	mg P/L	101%		4%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	98%		11%	
Fraction	Unités	Propre		Sale	
		Moyenne		Moyenne	
		Écart type		Écart type	
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-		-	
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,09	0,20	0,08
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	2,13	0,63	2,44	1,00
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	22,6	12,4	22,5	12,3
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	151	77	162	83
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,89	0,02	0,87	0,01
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,29	0,26	2,57	0,59
f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,90	0,04	0,90	0,05
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,35	0,01	0,34	0,04
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,58	0,10	0,57	0,11

Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille : RAEVR

Tableau A3-9 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de quatre essais de l'évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur l'affluent de St-Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Essai	1		2		3		4	
		Date d'analyse	2013-06-19		2013-06-22		2013-07-02		2013-07-09	
		Unités	Propre	Sale	Propre	Sale	Propre	Sale	Propre	Sale
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	194	170	338	247	296	305	265	332
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	154	116	240	250	291	293	315	311
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	187	137	210	196	290	271	229	247
	CS _{DCO}	mg DCO/L	37	38	45	45	49	53	63	65
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	30	32	52	37	43	46	52	48
	X _{MES}	mg MES/L	202	168	173	171	215	218	176	212
	X _{MVES}	mg MVES/L	142	118	124	126	154	151	134	166
	X _{MIES}	mg MIES/L	60	50	48	45	61	67	43	47
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	99	95	84	89	101	97	99	110
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	7	6	8	7	12	10	16	13
	TKN	mg N/L	20,6	18,2	20,4	19,9	23,5	22,8	22,0	22,0
	SNH ₄	mg NH ₄ -N/L	10,2	10,8	12,4	12,0	14,4	14,3	12,9	12,9
	TP	mg P/L	1,60	2,46	2,34	2,31	2,84	2,81	2,62	2,79
	S _{PO4}	mg PO ₄ -P/L	0,18	0,31	0,47	0,46	0,63	0,58	0,59	0,56
% de récupération	TOT _{DCO}	%	87%		73%		103%		125%	
	TOT _{DCOacid.}	%	75%		104%		101%		99%	
	TOT _{DCOultra}	%	73%		93%		93%		108%	
	CS _{DCO}	%	104%		100%		107%		103%	
	C ₁ S _{DCO}	%	108%		72%		107%		93%	
	X _{MES}	%	83%		99%		102%		120%	
	X _{MVES}	%	83%		101%		98%		124%	
	X _{MIES}	%	83%		94%		109%		110%	
	TOT _{DBO5C}	%	96%		106%		96%		111%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	86%		82%		89%		79%	
	TKN	%	88%		98%		97%		100%	
	SNH ₄	%	106%		97%		99%		100%	
	TP	%	154%		99%		99%		106%	
	S _{PO4}	%	172%		98%		92%		95%	
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,19	0,22	0,13	0,18	0,17	0,17	0,24	0,20
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,15	0,19	0,15	0,15	0,14	0,15	0,20	0,15
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,16	1,16	2,30	1,67	1,64	1,71	1,59	1,71
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	9,4	9,3	16,6	12,4	12,6	13,4	12,0	15,1
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	121	69	144	107	104	108	101	119
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,70	0,71	0,72	0,74	0,72	0,69	0,76	0,78
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO ₅	1,96	1,79	4,03	2,79	2,93	3,15	2,69	3,03
	f _{SPO4_TP}	g PO ₄ -P/g P	0,11	0,13	0,20	0,20	0,22	0,21	0,23	0,20
	f _{NH4_TKN}	g NH ₄ -N/g N	0,50	0,59	0,61	0,60	0,61	0,63	0,59	0,59

Tableau A3-10 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent de la RAEVR

Composante	Unités	Concentration			
		Sale		Propre	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	264	72	273	61
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	242	88	250	71
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	213	59	229	44
CS _{DCO}	mg DCO/L	50	12	48	11
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	41	8	44	11
X _{MES}	mg MES/L	192	27	192	20
X _{MVES}	mg MVES/L	140	22	139	12
X _{MIES}	mg MIES/L	52	10	53	9
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	98	9	96	8
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	9	3	11	4
TKN	mg N/L	20,7	2,1	21,6	1,4
S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,5	1,5	12,5	1,7
TP	mg P/L	2,59	0,25	2,35	0,54
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,48	0,12	0,47	0,20
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	97%		22%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	95%		13%	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	92%		14%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	104%		3%	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	95%		17%	
X _{MES}	mg MES/L	101%		15%	
X _{MVES}	mg MVES/L	102%		17%	
X _{MIES}	mg MIES/L	99%		13%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	102%		8%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	84%		5%	
TKN	mg N/L	96%		5%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	100%		4%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	114%		26%	
TP	mg P/L	114%		39%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	19%		3%	
Fraction	Unités	Sale		Propre	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,19	0,02	0,18	0,04
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,16	0,02	0,16	0,02
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,57	0,27	1,67	0,47
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	12,6	2,4	12,7	2,9
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	101	22	118	20
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,73	0,04	0,72	0,02
f _{DCO_DBO5C}	g DBO5/g DBO5	2,69	0,62	2,90	0,86
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,18	0,04	0,19	0,05
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,60	0,02	0,58	0,05

Évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille : St-Hyacinthe

Tableau A3-11 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de quatre essais de l'évaluation de l'effet de la propreté de la bouteille sur l'affluent de St-Hyacinthe.

Résultat	Paramètre	Essai	1		2		3	
		Date d'analyse	2013-07-30		2013-08-06		2013-08-21	
		Unités	Propre	Sale	Propre	Sale	Propre	Sale
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	547	539	644	649	689	692
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	538	513	674	677	692	727
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	510	508	618	623	685	665
	CS _{DCO}	mg DCO/L	306	305	371	348	378	378
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	294	291	363	345	359	350
	X _{MES}	mg MES/L	212	207	238	236	251	242
	X _{MVES}	mg MVES/L	153	145	183	181	197	193
	X _{MES}	mg MIES/L	59	61	55	55	54	49
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	297	289	352	347	340	349
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	107	108	154	140	158	123
	TKN	mg N/L	32,4	30,8	28,7	30,1	30,9	32,1
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	16,5	15,4	10,3	10,1	13,4	11,9
	TP	mg P/L	4,47	4,27	4,66	4,61	4,66	4,81
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,65	0,52	0,10	0,09	0,62	0,17
% de récupération	TOT _{DCO}	%	99%		101%		100%	
	TOT _{DCOacid.}	%	95%		100%		105%	
	TOT _{DCOultra}	%	100%		101%		97%	
	CS _{DCO}	%	100%		94%		100%	
	C ₁ S _{DCO}	%	99%		95%		97%	
	X _{MES}	%	97%		99%		96%	
	X _{MVES}	%	95%		99%		98%	
	X _{MES}	%	103%		100%		91%	
	TOT _{DBO5C}	%	97%		99%		103%	
	C ₁ S _{DBO5C}	%	101%		91%		78%	
	TKN	%	95%		105%		104%	
	S _{NH4}	%	93%		98%		89%	
	TP	%	96%		99%		103%	
	S _{PO4}	%	80%		90%		27%	
Fractions	f _{CS_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,56	0,56	0,58	0,54	0,55	0,55
	f _{C₁S_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,54	0,54	0,56	0,53	0,52	0,51
	f _{X_{DCO}_X_{VSS}}	g XDCO/g MVES	1,66	1,71	1,54	1,68	1,67	1,77
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	16,9	17,5	22,4	21,6	22,3	21,5
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	122	126	138	141	148	144
	f _{X_{MVES}_X_{MES}}	g MVES/g MES	0,72	0,70	0,77	0,77	0,79	0,80
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,84	1,87	1,83	1,87	2,03	1,98
	f _{S_{PO4}_TP}	g PO4-P/g P	0,15	0,12	0,02	0,02	0,13	0,04
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,51	0,50	0,36	0,34	0,43	0,37

Tableau A3-12 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent de St-Hyacinthe

Composante	Unités	Concentration			
		Sale		Propre	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	627	79	627	72
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	639	112	635	84
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	599	81	604	88
CS _{DCO}	mg DCO/L	344	37	352	40
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	329	32	339	39
X _{MES}	mg MES/L	228	19	234	20
X _{MVES}	mg MVES/L	173	25	178	23
X _{MIES}	mg MIES/L	55	6	56	3
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	328	34	330	29
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	124	16	140	28
TKN	mg N/L	31,0	1,0	30,7	1,9
S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,5	2,7	13,4	3,1
TP	mg P/L	4,56	0,27	4,60	0,11
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,26	0,23	0,46	0,31
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	100%		1%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	100%		5%	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	99%		2%	
CS _{DCO}	mg DCO/L	98%		3%	
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	97%		2%	
X _{MES}	mg MES/L	98%		2%	
X _{MVES}	mg MVES/L	97%		2%	
X _{MIES}	mg MIES/L	98%		6%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	99%		3%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	90%		12%	
TKN	mg N/L	101%		5%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	93%		5%	
S _{NOX}	mg NO3-N/L	99%		4%	
TP	mg P/L	66%		34%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	56%		1%	
Fraction	Unités	Sale		Propre	
		Moyenne		Moyenne	
		Écart type		Écart type	
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,55	0,01	0,56	0,01
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,53	0,02	0,54	0,02
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,72	0,05	1,62	0,07
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	20,2	2,3	20,5	3,2
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	137	9	136	13
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,76	0,05	0,76	0,03
f _{DCO_DBO5C}	g DBO5/g DBO5	1,91	0,07	1,90	0,11
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,06	0,06	0,10	0,07
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,40	0,09	0,43	0,08

Tableau A3-14 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 2 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de Le Gardeur

Résultat	Composante	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	330	521	540	-	448	458	434	453
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	510	496	480	-	437	432	435	430
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
	CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	79	82	93	-	132	119	114	102
	X _{MES}	mg MES/L	180	280	154	-	212	204	223	214
	X _{MVES}	mg MVES/L	153	233	125	-	179	170	189	180
	X _{MIES}	mg MIES/L	27	47	29	-	33	34	34	34
	TOT _{DBO5}	mg DBO/L	189	236	124	-	247	223	231	228
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	186	171	125	-	211	215	205	203
	C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	37	36	37	-	69	55	50	61
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	35	41	34	-	61	55	60	48
	TKN	mg N/L	31,5	32,6	31,3	-	30,4	30,1	30,4	30,8
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	15,1	17,2	15,8	-	16,8	16,7	17,0	16,7
	S _{NOX}	mg NO3-N/L	<0,05	-	<0,05	-	0	<0,05	<0,05	<0,05
	TP	mg P/L	5,1	5,0	4,9	-	4,5	4,4	4,4	4,7
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	2,16	2,82	1,78	-	1,76	1,66	1,74	1,67
% Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	158%	164%	-	100%	102%	97%	101%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	97%	94%	-	100%	99%	99%	98%
	TOT _{DCOultra}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
	CS _{DCO}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	104%	117%	-	100%	90%	86%	77%
	X _{MES}	%	100%	155%	85%	-	100%	96%	105%	101%
	X _{MVES}	%	100%	152%	81%	-	100%	95%	105%	101%
	X _{MIES}	%	100%	175%	108%	-	100%	103%	102%	101%
	TOT _{DBO5}	%	100%	125%	66%	-	100%	90%	94%	93%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	92%	67%	-	100%	102%	97%	96%
	C ₁ S _{DBO5}	%	100%	98%	99%	-	100%	79%	72%	88%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	115%	98%	-	100%	89%	99%	78%
	TKN	%	100%	103%	99%	-	100%	99%	-	-
	S _{NH4}	%	100%	114%	105%	-	100%	99%	101%	99%
	S _{NOX}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
	TP	%	100%	98%	95%	-	100%	98%	-	-
	S _{PO4}	%	100%	131%	82%	-	100%	94%	99%	95%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,24	0,16	0,17	-	0,30	0,26	0,26	0,22
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,64	1,88	3,59	-	1,76	1,99	1,70	1,95
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	10,5	16,0	17,3	-	14,7	15,2	14,3	14,7
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	64	104	111	-	100	105	99	96
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,85	0,83	0,81	-	0,84	0,83	0,85	0,84
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,78	3,04	4,31	-	2,12	2,13	2,12	2,24
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,99	0,73	1,01	-	0,86	0,96	0,89	0,89
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,42	0,56	0,37	-	0,39	0,38	0,40	0,35
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,48	0,53	0,50	-	0,55	0,55	0,56	0,54

Tableau A3-15 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 3 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de Le Gardeur

Résultat	Composante	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	442	426	332	325	469	457	447	443
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	453	447	435	440	463	477	446	453
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	403	349	312	314	469	460	378	411
	CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	74	107	93	84	117	113	104	80
	X _{MES}	mg MES/L	231	189	183	166	288	257	260	233
	X _{MVES}	mg MVES/L	199	161	145	130	217	208	209	199
	X _{MIES}	mg MIES/L	32	29	38	36	34	38	40	37
	TOT _{DBO5}	mg DBO/L	198	181	111	118	233	209	215	236
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	173	147	130	118	204	189	186	210
	C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	28	41	29	29	61	53	50	41
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	24	36	28	33	51	54	53	42
	TKN	mg N/L	26,6	25,9	25,6	25,2	30,4	27,5	27,4	27,9
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,6	12,9	13,7	14,0	17,5	17,8	17,9	17,1
	S _{NOX}	mg NO3-N/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0	<0,05	<0,05	<0,05
	TP	mg P/L	3,8	3,8	3,9	3,9	4,3	4,1	4,0	4,1
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,10	1,21	1,42	1,54	2,00	1,57	1,53	1,43
% Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	96%	75%	73%	100%	97%	95%	95%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	99%	96%	97%	100%	103%	96%	98%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	87%	77%	78%	100%	98%	81%	88%
	CS _{DCO}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	145%	126%	114%	100%	97%	88%	68%
	X _{MES}	%	100%	82%	79%	72%	100%	89%	90%	81%
	X _{MVES}	%	100%	81%	73%	65%	100%	96%	96%	92%
	X _{MIES}	%	100%	90%	119%	114%	100%	114%	118%	109%
	TOT _{DBO5}	%	100%	91%	56%	60%	100%	90%	92%	101%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	85%	75%	68%	100%	93%	91%	103%
	C ₁ S _{DBO5}	%	100%	148%	105%	105%	100%	88%	83%	67%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	151%	118%	140%	100%	107%	104%	83%
	TKN	%	100%	97%	96%	95%	100%	90%	90%	92%
	S _{NH4}	%	100%	102%	109%	111%	100%	102%	102%	98%
	S _{NOX}	%	-	-	-	-	100%	-	-	-
	TP	%	100%	100%	105%	103%	100%	96%	94%	94%
	S _{PO4}	%	100%	110%	129%	140%	100%	79%	77%	72%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,17	0,25	0,28	0,26	0,25	0,25	0,23	0,18
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,85	1,98	1,65	1,86	1,62	1,65	1,64	1,83
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	16,6	16,4	13,0	12,90	15,4	16,6	16,3	15,9
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	118	114	84	84	109	110	111	109
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,86	0,85	0,79	0,78	0,75	0,81	0,80	0,85
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,56	2,90	2,56	2,75	2,30	2,41	2,41	2,11
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,87	0,81	1,17	1,00	0,87	0,91	0,86	0,89
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,29	0,32	0,36	0,40	0,46	0,38	0,38	0,35
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,47	0,50	0,54	0,56	0,58	0,65	0,65	0,61

Tableau A3-16 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 4 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de Le Gardeur

Résultat	Composante	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	438	408	320	324	456	438	463	416
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	450	430	418	412	473	445	437	477
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	413	392	337	309	437	404	403	392
	CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	76	86	77	71	119	98	76	62
	X _{MES}	mg MES/L	259	237	187	178	250	252	248	231
	X _{MVES}	mg MVES/L	221	154	135	124	190	190	191	177
	X _{MIES}	mg MIES/L	38	83	53	54	60	61	57	54
	TOT _{DBO5}	mg DBO/L	212	157	153	128	250	228	245	234
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	217	144	138	109	225	197	229	192
	C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	38	36	34	29	73	49	44	39
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	36	37	33	20	69	47	43	37
	TKN	mg N/L	22,9	22,3	22,1	22,3	22,7	24,8	25,2	23,0
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,0	10,0	10,8	11,7	13,3	12,9	12,6	11,9
	S _{NOX}	mg NO3-N/L	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0	<0,05	<0,05	<0,05
	TP	mg P/L	3,6	3,6	3,5	3,5	3,2	3,7	3,6	3,5
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,73	0,99	1,15	1,43	0,98	0,97	0,86	0,84
% Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	93%	73%	74%	100%	96%	101%	91%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	96%	93%	91%	100%	94%	92%	101%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	95%	82%	75%	100%	92%	92%	90%
	CS _{DCO}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	113%	100%	93%	100%	82%	63%	52%
	X _{MES}	%	100%	91%	72%	69%	100%	101%	99%	92%
	X _{MVES}	%	100%	70%	61%	56%	100%	100%	101%	93%
	X _{MIES}	%	100%	220%	139%	142%	100%	102%	94%	90%
	TOT _{DBO5}	%	100%	74%	72%	60%	100%	91%	98%	94%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	66%	63%	50%	100%	88%	102%	86%
	C ₁ S _{DBO5}	%	100%	95%	91%	76%	100%	68%	61%	53%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	105%	92%	56%	100%	68%	62%	53%
	TKN	%	100%	97%	97%	97%	100%	109%	111%	101%
	S _{NH4}	%	100%	100%	108%	117%	100%	97%	95%	89%
	S _{NOX}	%	-	-	-	-	100%	-	-	-
	TP	%	100%	101%	97%	99%	100%	113%	110%	108%
	S _{PO4}	%	100%	136%	158%	196%	100%	99%	88%	86%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,17	0,21	0,24	0,22	0,26	0,22	0,16	0,15
	f _{XDCO_XVSS}	g DCO/g MVES	1,63	2,09	1,80	2,03	1,77	1,78	2,03	2,00
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	19,1	18,3	14,5	14,51	20,1	17,7	18,4	18,1
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	123	114	92	91	141	119	130	119
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,85	0,65	0,72	0,70	0,76	0,76	0,77	0,77
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,01	2,84	2,32	2,96	2,03	2,22	2,02	2,17
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	1,03	0,91	0,90	0,86	0,90	0,86	0,93	0,82
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,21	0,28	0,33	0,40	0,30	0,26	0,24	0,24
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,43	0,45	0,49	0,52	0,59	0,52	0,50	0,52

Tableau A3-17 : Concentrations moyennes mesurées et % de récupération moyens des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de Le Gardeur

Analyse		Paramètre	Unités	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Concentrations	Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	385	417	362	294	438	443	432	422
		TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	471	458	444	426	444	440	433	439
		TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	369	350	291	279	453	432	391	401
		CS _{DCO}	mg DCO/L	-	-	-	-	-	-	-	-
		C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	69	83	79	67	108	96	87	73
		X _{MES}	mg MES/L	217	222	168	157	244	234	239	226
		X _{MVES}	mg MVES/L	183	172	128	115	193	188	192	186
		X _{MIES}	mg MIES/L	31	45	40	44	42	44	44	41
		TOT _{DBO5}	mg DBO/L	184	178	120	111	231	213	220	223
		TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	177	146	118	98	203	191	193	188
		C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	30	34	27	23	56	45	42	39
		C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	27	32	26	21	50	44	44	35
		TKN	mg N/L	26,4	26,2	25,9	24,0	28,3	27,8	27,7	27,2
		S _{NH4}	mg NH4-N/L	11,9	12,5	12,6	12,0	15,7	15,7	15,7	15,2
		S _{NOX}	mg NO3-N/L	-	-	-	-	-	-	-	-
		TP	mg P/L	4,0	4,0	4,0	3,7	3,8	4,3	4,0	4,1
		S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,32	1,64	1,46	1,55	1,55	1,40	1,38	1,31
% de Récupération	Moyenne	TOT _{DCO}	%	100%	111%	97%	73%	100%	102%	99%	97%
		TOT _{DCOacid.}	%	100%	97%	94%	94%	100%	99%	98%	99%
		TOT _{DCOultra}	%	100%	96%	79%	76%	100%	95%	86%	89%
		CS _{DCO}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
		C ₁ S _{DCO}	%	100%	123%	115%	103%	100%	88%	80%	68%
		X _{MES}	%	100%	105%	78%	68%	100%	96%	98%	94%
		X _{MVES}	%	100%	98%	71%	60%	100%	97%	100%	97%
		X _{MIES}	%	100%	141%	130%	139%	100%	105%	107%	99%
		TOT _{DBO5}	%	100%	98%	65%	61%	100%	93%	95%	97%
		TOT _{DBO5C}	%	100%	84%	66%	57%	100%	94%	95%	92%
		C ₁ S _{DBO5}	%	100%	115%	86%	81%	100%	82%	78%	69%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	121%	97%	89%	100%	92%	93%	72%
		TKN	%	100%	99%	98%	97%	100%	99%	101%	97%
		S _{NH4}	%	100%	104%	105%	111%	100%	100%	100%	96%
		S _{NOX}	%	-	-	-	-	100%	-	-	-
		TP	%	100%	99%	99%	102%	100%	114%	102%	101%
		S _{PO4}	%	100%	123%	121%	155%	100%	92%	90%	86%
	Écart type	TOT _{DCO}	%	0%	31%	44%	2%	0%	7%	3%	5%
		TOT _{DCOacid.}	%	0%	1%	2%	4%	0%	4%	4%	1%
		TOT _{DCOultra}	%	0%	10%	3%	2%	0%	4%	8%	1%
		CS _{DCO}	%	-	-	-	-	-	-	-	-
		C ₁ S _{DCO}	%	0%	18%	11%	10%	0%	7%	11%	11%
		X _{MES}	%	0%	34%	6%	4%	0%	5%	6%	9%
		X _{MVES}	%	0%	37%	8%	5%	0%	2%	4%	5%
		X _{MIES}	%	0%	68%	21%	24%	0%	6%	11%	8%
		TOT _{DBO5}	%	0%	21%	7%	2%	0%	4%	3%	4%
		TOT _{DBO5C}	%	0%	13%	7%	10%	0%	6%	6%	9%
		C ₁ S _{DBO5}	%	0%	24%	25%	23%	0%	11%	14%	14%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	0%	20%	16%	45%	0%	18%	21%	13%
		TKN	%	0%	3%	2%	3%	0%	8%	15%	7%
		S _{NH4}	%	0%	6%	4%	7%	0%	2%	3%	4%
		S _{NOX}	%	-	-	-	-	0%	-	-	-
		TP	%	0%	2%	4%	2%	0%	25%	11%	9%
		S _{PO4}	%	0%	12%	31%	36%	0%	9%	10%	10%

Tableau A3-18 : Fractions moyennes mesurées des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de Le Gardeur

Analyse		Paramètre	Unités	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Fractions	Moyenne	fCSDCO_DCO	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
		fC1SDCO_DCO	g DCO/g DCO	0,18	0,20	0,22	0,23	0,24	0,21	0,20	0,17
		fXDCO_XVSS	g DCO/g MVES	1,73	1,95	2,23	1,98	1,71	1,86	1,80	1,88
		fDCO_TKN	g DCO/g N	14,9	15,9	13,8	12,30	15,7	16,0	16,3	16,2
		fDCO_TP	g DCO/g P	98	104	89	79	117	105	113	108
		fXMVES_XMES	g MVES/g MES	0,84	0,77	0,76	0,73	0,79	0,80	0,80	0,82
		fDCO_DBO5C	g DCO/g DBO5	2,22	2,83	3,11	3,04	2,16	2,33	2,26	2,27
		fDBO5C_DBO5	g DBO5/g DBO5	0,96	0,83	0,98	0,88	0,88	0,90	0,87	0,84
		fSPO4_TP	g PO4-P/g P	0,32	0,40	0,37	0,41	0,40	0,33	0,34	0,32
		fNH4_TKN	g NH4-N/g N	0,45	0,47	0,48	0,50	0,56	0,56	0,57	0,56
	Écart type	fCSDCO_DCO	g DCO/g DCO	-	-	-	-	-	-	-	-
		fC1SDCO_DCO	g DCO/g DCO	0,04	0,04	0,05	0,03	0,05	0,06	0,06	0,04
		fXDCO_XVSS	g DCO/g MVES	0,11	0,12	0,91	0,11	0,07	0,17	0,17	0,11
		fDCO_TKN	g DCO/g N	3,8	2,2	2,9	2,6	3,1	1,4	2,0	1,7
		fDCO_TP	g DCO/g P	27	13	18	16	17	14	16	12
		fXMVES_XMES	g MVES/g MES	0,03	0,09	0,04	0,04	0,04	0,03	0,03	0,04
		fDCO_DBO5C	g DCO/g DBO5	0,38	0,21	0,89	0,34	0,11	0,19	0,22	0,21
		fDBO5C_DBO5	g DBO5/g DBO5	0,06	0,08	0,14	0,11	0,02	0,05	0,05	0,06
		fSPO4_TP	g PO4-P/g P	0,09	0,13	0,03	0,02	0,07	0,06	0,08	0,06
		fNH4_TKN	g NH4-N/g N	0,03	0,05	0,06	0,07	0,03	0,06	0,08	0,05

Évaluation de l'effet du délai d'analyse : RAEVR

Tableau A3-19 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 1 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de la RAEVR

Résultat	Paramètre	Unités	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	205	238	-	234	194	244	-	232
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	160	269	-	243	154	240	-	209
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	161	227	-	191	187	234	-	232
	CS _{DCO}	mg DCO/L	40	49	-	49	37	41	-	39
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	34	44	-	45	30	30	-	32
	X _{MES}	mg MES/L	203	177	-	163	202	204	-	204
	X _{MVES}	mg MVES/L	139	117	-	100	142	145	-	141
	X _{MIES}	mg MIES/L	64	60	-	63	60	59	-	63
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	92	227	-	191	99	70	-	72
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	6	10	-	9	7	4	-	3
	TKN	mg N/L	19,7	20,1	-	19,0	20,6	19,4	-	21,5
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,9	11,1	-	11,6	10,2	10,5	-	10,6
	TP	mg P/L	3,13	2,23	-	2,89	1,60	2,56	-	2,73
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,38	0,17	-	0,16	0,18	0,15	-	0,13
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	116%	-	114%	100%	126%	-	120%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	168%	-	152%	100%	156%	-	136%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	141%	-	119%	100%	126%	-	124%
	CS _{DCO}	%	100%	121%	-	122%	100%	111%	-	107%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	131%	-	134%	100%	102%	-	109%
	X _{MES}	%	100%	87%	-	80%	100%	101%	-	101%
	X _{MVES}	%	100%	84%	-	72%	100%	102%	-	99%
	X _{MIES}	%	100%	93%	-	98%	100%	98%	-	106%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	248%	-	209%	100%	71%	-	72%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	173%	-	157%	100%	53%	-	42%
	TKN	%	100%	102%	-	96%	100%	94%	-	104%
	S _{NH4}	%	100%	102%	-	106%	100%	103%	-	104%
	TP	%	100%	71%	-	92%	100%	160%	-	171%
	S _{PO4}	%	100%	45%	-	42%	100%	83%	-	72%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,20	0,21	-	0,21	0,19	0,17	-	0,17
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,16	0,19	-	0,19	0,15	0,12	-	0,14
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,23	1,65	-	1,89	1,16	1,47	-	1,42
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	10,4	11,8	-	12,3	9,4	12,6	-	10,8
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	65	107	-	81	121	95	-	85
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,69	0,66	-	0,61	0,70	0,71	-	0,69
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,24	1,05	-	1,22	1,96	3,48	-	3,24
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,12	0,08	-	0,06	0,11	0,06	-	0,05
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,55	0,55	-	0,61	0,50	0,54	-	0,49

Valeur en jaune : Concentration mesurée de l'échantillon ultraturaxé utilisée

Tableau A3-20 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 2 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de la RAEVR

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	278	311	240	204	338	250	222	199
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	248	249	226	247	240	229	226	222
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	240	201	207	188	210	195	248	187
	CS _{DCO}	mg DCO/L	46	46	49	46	45	40	37	42
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	38	40	48	44	52	37	34	35
	X _{MES}	mg MES/L	197	185	164	155	173	172	170	167
	X _{MVES}	mg MVES/L	143	131	112	102	124	124	123	120
	X _{MIES}	mg MIES/L	53	54	51	54	48	48	47	47
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	84	77	79	53	84	75	76	66
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	6	8	12	4	8	6	5	4
	TKN	mg N/L	20,9	20,9	20,1	20,9	20	20	20	20
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,1	11,9	12,0	11,9	12,4	12,4	12,2	11,9
	TP	mg P/L	2,5	2,7	2,5	2,6	2,3	2,4	2,5	2,3
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,40	0,19	0,34	0,15	0,47	0,36	0,27	0,21
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	112%	86%	73%	100%	74%	66%	59%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	100%	91%	99%	100%	96%	94%	93%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	84%	86%	78%	100%	93%	118%	89%
	CS _{DCO}	%	100%	100%	105%	99%	100%	90%	83%	94%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	107%	128%	117%	100%	71%	65%	68%
	X _{MES}	%	100%	94%	83%	79%	100%	100%	98%	97%
	X _{MVES}	%	100%	92%	79%	71%	100%	100%	99%	97%
	X _{MIES}	%	100%	101%	96%	101%	100%	99%	97%	97%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	93%	94%	64%	100%	89%	91%	79%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	136%	193%	72%	100%	81%	56%	50%
	TKN	%	100%	100%	96%	100%	100%	97%	99%	99%
	S _{NH4}	%	100%	98%	99%	98%	100%	100%	98%	96%
	TP	%	100%	107%	101%	104%	100%	101%	105%	100%
	S _{PO4}	%	100%	48%	85%	38%	100%	77%	57%	45%
Fractions	f _{CS_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,17	0,15	0,20	0,22	0,13	0,16	0,17	0,21
	f _{C₁S_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,15	0,16	0,21	0,18	0,22	0,16	0,15	0,16
	f _{X_{DCO}_X_{VSS}}	g XDCO/g MVES	0,82	0,92	0,79	0,83	0,82	0,88	0,68	0,89
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	13,3	14,9	11,9	9,8	16,6	12,7	11,0	9,9
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	111	116	95	79	144	106	91	85
	f _{X_{MVES}_X_{MES}}	g MVES/g MES	0,73	0,71	0,69	0,65	0,72	0,72	0,72	0,72
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	3,32	4,01	3,04	3,82	4,03	3,35	2,92	3,00
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{S_{PO4}_TP}	g PO4-P/g P	0,16	0,07	0,13	0,06	0,20	0,15	0,11	0,09
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,58	0,57	0,60	0,57	0,61	0,63	0,61	0,59

Tableau A3-21 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 3 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de la RAEVR

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	297	319	242	-	296	279	319	-
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	290	262	263	-	291	273	283	-
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	253	249	228	-	290	250	227	-
	CS _{DCO}	mg DCO/L	49	54	60	-	49	48	45	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	40	45	55	-	43	40	39	-
	X _{MES}	mg MES/L	220	212	187	-	215	220	219	-
	X _{MVES}	mg MVES/L	155	147	123	-	154	158	159	-
	X _{MIES}	mg MIES/L	66	65	65	-	61	62	60	-
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	96	89	77	-	101	97	96	-
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	7	11	13	-	12	8	6	-
	TKN	mg N/L	22,8	22,8	22,9	-	24	23	23	-
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	13,9	14,2	14,0	-	14,4	14,3	14,0	-
	TP	mg P/L	3,0	3,0	3,1	-	2,8	3,0	3,2	-
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,39	0,29	0,22	-	0,63	0,54	0,43	-
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	107%	82%	-	100%	94%	108%	-
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	90%	91%	-	100%	94%	97%	-
	TOT _{DCOultra}	%	100%	98%	90%	-	100%	86%	78%	-
	CS _{DCO}	%	100%	110%	123%	-	100%	98%	92%	-
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	113%	139%	-	100%	94%	91%	-
	X _{MES}	%	100%	96%	85%	-	100%	103%	102%	-
	X _{MVES}	%	100%	95%	79%	-	100%	103%	103%	-
	X _{MIES}	%	100%	99%	98%	-	100%	102%	99%	-
	TOT _{DBO5C}	%	100%	93%	81%	-	100%	96%	95%	-
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	148%	175%	-	100%	70%	52%	-
	TKN	%	100%	100%	100%	-	100%	98%	98%	-
	S _{NH4}	%	100%	102%	101%	-	100%	99%	97%	-
	TP	%	100%	99%	103%	-	100%	106%	112%	-
	S _{PO4}	%	100%	74%	56%	-	100%	86%	68%	-
Ratios	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,16	0,17	0,25	-	0,17	0,17	0,14	-
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,13	0,14	0,23	-	0,14	0,14	0,12	-
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,67	1,87	1,53	-	1,64	1,51	1,76	-
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	13,0	14,0	10,6	-	12,6	12,1	13,8	-
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	98	106	78	-	104	92	100	-
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,70	0,69	0,66	-	0,72	0,72	0,72	-
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	3,11	3,58	3,14	-	2,93	2,89	3,31	-
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,13	0,10	0,07	-	0,22	0,18	0,13	-
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,61	0,62	0,61	-	0,61	0,62	0,61	-

Tableau A3-22 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 4 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de la RAEVR

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	260	246	240	229	265	273	252	228
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	268	349	261	222	315	263	265	298
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	250	254	194	255	229	245	226	231
	CS _{DCO}	mg DCO/L	60	56	65	50	63	53	48	42
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	47	46	58	45	52	46	38	31
	X _{MES}	mg MES/L	172	153	139	146	176	165	181	176
	X _{MVES}	mg MVES/L	133	114	97	102	134	126	137	133
	X _{MIES}	mg MIES/L	40	39	42	44	43	39	44	43
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	98	71	70	47	99	86	93	78
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	11	10	17	6	16	8	8	5
	TKN	mg N/L	21,6	21,6	21,4	21,6	22	22	22	22
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,5	12,1	12,2	12,7	12,9	12,3	11,9	11,9
	TP	mg P/L	2,5	2,6	2,5	2,7	2,6	2,7	2,7	2,9
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,46	0,31	0,36	0,33	0,59	0,42	0,29	0,24
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	95%	92%	88%	100%	103%	95%	86%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	130%	97%	83%	100%	83%	84%	94%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	101%	78%	102%	100%	107%	98%	101%
	CS _{DCO}	%	100%	93%	108%	84%	100%	85%	77%	67%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	96%	123%	94%	100%	88%	74%	60%
	X _{MES}	%	100%	89%	81%	85%	100%	94%	103%	100%
	X _{MVES}	%	100%	86%	73%	77%	100%	94%	102%	99%
	X _{MIES}	%	100%	99%	106%	111%	100%	91%	103%	102%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	72%	72%	48%	100%	87%	94%	79%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	92%	156%	57%	100%	48%	50%	30%
	TKN	%	100%	100%	99%	100%	100%	99%	100%	98%
	S _{NH4}	%	100%	97%	98%	102%	100%	95%	92%	92%
	TP	%	100%	104%	101%	108%	100%	101%	103%	110%
	S _{PO4}	%	100%	67%	78%	72%	100%	71%	49%	41%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,23	0,23	0,27	0,22	0,24	0,20	0,19	0,18
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,18	0,19	0,24	0,20	0,20	0,17	0,15	0,14
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,60	1,76	1,87	1,81	1,59	1,81	1,56	1,48
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	12,0	11,4	11,2	10,6	12,0	12,5	11,5	10,6
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	105	95	96	85	101	103	93	79
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,77	0,74	0,70	0,70	0,76	0,76	0,76	0,75
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,66	3,47	3,42	4,86	2,69	3,19	2,71	2,93
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,19	0,12	0,14	0,12	0,23	0,16	0,11	0,08
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,58	0,56	0,57	0,59	0,59	0,56	0,54	0,55

Tableau A3-23 : Concentrations moyennes mesurées et % de récupération moyens des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de la RAEVR

Analyse		Paramètre	Unités	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Concentration	Moyenne	TOT _{DCO}	mg DCO/L	260	278	241	222	273	262	264	220
		TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	242	282	250	237	250	251	258	243
		TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	226	233	210	211	229	231	233	217
		CS _{DCO}	mg DCO/L	49	51	58	48	48	46	44	41
		C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	40	44	54	45	44	38	37	33
		X _{MES}	mg MES/L	198	182	163	155	192	190	190	183
		X _{MVES}	mg MVES/L	142	127	111	101	139	138	139	131
		X _{MIES}	mg MIES/L	56	54	53	53	53	52	50	51
		TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	92	116	75	97	96	82	88	72
		C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	8	10	14	7	11	7	6	4
		TKN	mg N/L	21,3	21,4	21,5	20,5	22	21	22	21
		S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,4	12,3	12,7	12,1	12,5	12,4	12,7	11,5
		TP	mg P/L	2,8	2,6	2,7	2,7	2,4	2,7	2,8	2,7
		S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,41	0,24	0,31	0,21	0,47	0,37	0,33	0,19
% de récupération	Moyenne	TOT _{DCO}	%	100%	108%	87%	92%	100%	99%	90%	88%
		TOT _{DCOacid.}	%	100%	122%	93%	111%	100%	107%	92%	108%
		TOT _{DCOultra}	%	100%	106%	85%	100%	100%	103%	98%	105%
		CS _{DCO}	%	100%	106%	112%	102%	100%	96%	84%	89%
		C ₁ S _{DCO}	%	100%	112%	130%	115%	100%	89%	77%	79%
		X _{MES}	%	100%	92%	83%	81%	100%	99%	101%	99%
		X _{MVES}	%	100%	89%	77%	73%	100%	100%	101%	98%
		X _{MIES}	%	100%	98%	100%	103%	100%	98%	100%	102%
		TOT _{DBO5C}	%	100%	127%	82%	107%	100%	86%	93%	77%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	137%	175%	95%	100%	63%	53%	41%
		TKN	%	100%	101%	99%	99%	100%	97%	99%	100%
		S _{NH4}	%	100%	100%	99%	102%	100%	99%	96%	97%
		TP	%	100%	95%	102%	101%	100%	117%	107%	127%
		S _{PO4}	%	100%	58%	73%	50%	100%	79%	58%	53%
	Écart type	TOT _{DCO}	%	0%	9%	5%	21%	0%	21%	22%	30%
		TOT _{DCOacid.}	%	0%	35%	4%	36%	0%	33%	7%	25%
		TOT _{DCOultra}	%	0%	24%	6%	20%	0%	17%	20%	18%
		CS _{DCO}	%	0%	12%	10%	19%	0%	11%	8%	21%
		C ₁ S _{DCO}	%	0%	14%	8%	20%	0%	13%	13%	26%
		X _{MES}	%	0%	4%	2%	3%	0%	4%	2%	2%
		X _{MVES}	%	0%	5%	3%	3%	0%	4%	3%	2%
		X _{MIES}	%	0%	3%	5%	7%	0%	5%	3%	4%
		TOT _{DBO5C}	%	0%	82%	11%	89%	0%	10%	2%	4%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	0%	34%	19%	54%	0%	15%	3%	10%
		TKN	%	0%	1%	2%	2%	0%	2%	1%	3%
		S _{NH4}	%	0%	3%	2%	4%	0%	3%	3%	6%
		TP	%	0%	16%	1%	8%	0%	29%	5%	38%
		S _{PO4}	%	0%	15%	15%	19%	0%	7%	10%	17%

Tableau A3-24 : Fractions moyennes mesurées des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent à la RAEVR

Analyse		Paramètre	Unités	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Fractions	Moyenne	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,19	0,19	0,24	0,22	0,18	0,17	0,17	0,19
		f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,16	0,17	0,23	0,19	0,18	0,15	0,14	0,14
		f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,33	1,55	1,39	1,51	1,30	1,42	1,34	1,27
		f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	12,2	13,0	11,2	10,9	12,7	12,5	12,1	10,4
		f _{DCO_TP}	g DCO/g P	95	106	90	82	118	99	95	83
		f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,72	0,70	0,68	0,66	0,72	0,73	0,73	0,72
		f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,83	3,03	3,20	3,30	2,90	3,23	2,98	3,06
		f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
		f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,15	0,09	0,12	0,08	0,19	0,14	0,12	0,07
		f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,58	0,58	0,59	0,59	0,58	0,59	0,58	0,55
	Écart type	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,03	0,03	0,03	0,01	0,04	0,01	0,02	0,02
		f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,02	0,02	0,01	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01
		f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	0,39	0,43	0,55	0,59	0,39	0,39	0,57	0,32
		f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	1,3	1,7	0,7	1,3	2,9	0,3	1,5	0,5
		f _{DCO_TP}	g DCO/g P	20	9	10	3	20	6	5	3
		f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,04	0,03	0,02	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03
		f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	0,48	1,34	0,20	1,87	0,86	0,25	0,31	0,16
		f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
		f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,03	0,02	0,04	0,04	0,05	0,05	0,02	0,02
		f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,02	0,03	0,02	0,02	0,05	0,04	0,04	0,05

Évaluation de l'effet du délai d'analyse : St-Hyacinthe

Tableau A3-25 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 1 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St-Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	549	500	430	344	547	547	505	493
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	523	511	530	527	538	521	545	548
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	504	481	414	318	510	501	488	456
	CS _{DCO}	mg DCO/L	285	247	175	87	306	280	270	256
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	269	234	153	75	294	273	266	251
	X _{MES}	mg MES/L	218	236	238	232	210	234	280	218
	X _{MVES}	mg MVES/L	158	178	180	173	150	174	165	162
	X _{MIES}	mg MIES/L	60	57	58	60	60	59	115	56
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	270	258	210	119	297	271	259	246
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	105	99	62	14	107	103	97	104
	TKN	mg N/L	33,1	29,9	30,8	31,7	32	30	29	29
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	12,2	13,8	19,5	12,7	16,5	11,0	12,2	12,0
	TP	mg P/L	4,8	4,7	4,4	4,7	4,5	4,6	4,4	4,6
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,11	0,03	0,02	0,06	0,65	0,13	0,08	0,06
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	91%	78%	63%	100%	100%	92%	90%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	98%	101%	101%	100%	97%	101%	102%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	95%	82%	63%	100%	98%	96%	89%
	CS _{DCO}	%	100%	91%	88%	84%	100%	87%	61%	30%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	93%	90%	85%	100%	87%	57%	28%
	X _{MES}	%	100%	108%	109%	106%	100%	111%	134%	104%
	X _{MVES}	%	100%	113%	114%	109%	100%	116%	110%	108%
	X _{MIES}	%	100%	96%	96%	99%	100%	99%	192%	94%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	96%	78%	44%	100%	91%	87%	83%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	94%	60%	13%	100%	96%	90%	97%
	TKN	%	100%	90%	93%	96%	100%	94%	91%	90%
	S _{NH4}	%	100%	113%	160%	104%	100%	67%	74%	73%
	TP	%	100%	98%	93%	98%	100%	102%	98%	103%
	S _{PO4}	%	100%	27%	18%	55%	100%	20%	12%	9%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,52	0,49	0,41	0,25	0,56	0,51	0,54	0,52
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,49	0,47	0,36	0,22	0,54	0,50	0,53	0,51
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,77	1,49	1,54	1,56	1,69	1,57	1,45	1,50
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	16,6	16,7	14,0	10,9	16,9	18,0	17,2	17,0
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	116	107	97	74	122	120	116	107
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,73	0,76	0,76	0,74	0,71	0,75	0,59	0,74
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,04	1,94	2,05	2,90	1,84	2,02	1,95	2,01
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,02	0,01	0,00	0,01	0,15	0,03	0,02	0,01
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,37	0,46	0,63	0,40	0,51	0,36	0,41	0,41

Tableau A3-26 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 2 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	636	620	590	468	644	642	636	592
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	675	667	639	643	674	694	669	653
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	663	592	569	445	618	614	613	583
	CS _{DCO}	mg DCO/L	335	320	274	129	371	347	314	288
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	306	297	257	122	363	331	295	278
	X _{MES}	mg MES/L	251	262	246	257	238	251	260	267
	X _{MVES}	mg MVES/L	198	197	194	204	183	193	200	206
	X _{MIES}	mg MIES/L	52	64	52	54	55	58	60	61
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	347	346	325	192	352	327	341	313
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	152	146	130	53	154	145	143	134
	TKN	mg N/L	30,6	31,7	30,3	-	29	28	30	-
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	11,0	10,8	12,7	-	10,3	10,9	10,5	-
	TP	mg P/L	4,5	4,4	4,4	-	4,7	4,9	4,8	-
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,07	0,04	0,02	-	0,10	0,07	0,09	-
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	98%	93%	74%	100%	100%	99%	92%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	99%	95%	95%	100%	103%	99%	97%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	89%	86%	67%	100%	99%	99%	94%
	CS _{DCO}	%	100%	96%	82%	39%	100%	94%	85%	78%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	97%	84%	40%	100%	91%	81%	77%
	X _{MES}	%	100%	104%	98%	103%	100%	105%	109%	112%
	X _{MVES}	%	100%	100%	98%	103%	100%	106%	110%	113%
	X _{MIES}	%	100%	123%	99%	103%	100%	105%	108%	111%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	100%	94%	55%	100%	93%	97%	89%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	96%	85%	35%	100%	94%	93%	87%
	TKN	%	100%	104%	99%	-	100%	98%	103%	-
	S _{NH4}	%	100%	98%	115%	-	100%	106%	102%	-
	TP	%	100%	98%	97%	-	100%	105%	103%	-
	S _{PO4}	%	100%	57%	29%	-	100%	70%	90%	-
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,53	0,52	0,46	0,28	0,58	0,54	0,49	0,49
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,48	0,48	0,44	0,26	0,56	0,52	0,46	0,47
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,67	1,64	1,71	1,70	1,54	1,61	1,70	1,52
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	20,8	19,6	19,5	-	22,4	22,9	21,5	-
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	141	141	135	-	138	132	133	-
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,79	0,75	0,79	0,79	0,77	0,77	0,77	0,77
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,84	1,79	1,81	2,44	1,83	1,97	1,87	1,89
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,02	0,01	0,00	-	0,02	0,01	0,02	-
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,36	0,34	0,42	-	0,36	0,39	0,35	-

Tableau A3-27 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 3 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St-Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	652	613	524	-	675	686	653	-
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	642	644	694	-	678	696	664	-
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	698	595	508	-	685	629	630	-
	CS _{DCO}	mg DCO/L	342	325	321	-	384	346	213	-
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	314	287	187	-	378	345	264	-
	X _{MES}	mg MES/L	256	240	259	-	204	203	188	-
	X _{MVES}	mg MVES/L	194	186	193	-	141	144	143	-
	X _{MIES}	mg MIES/L	62	54	66	-	64	59	45	-
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	343	329	249	-	346	344	337	-
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	163	154	96	-	173	166	168	-
	TKN	mg N/L	29,5	29,7	31,0	-	30	29	31	-
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,6	11,1	11,0	-	10,8	11,2	12,2	-
	TP	mg P/L	4,5	4,9	4,7	-	4,5	4,4	4,7	-
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,04	0,03	<0,01	-	0,05	0,06	0,03	-
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	94%	80%	-	100%	102%	97%	-
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	100%	108%	-	100%	103%	98%	-
	TOT _{DCOultra}	%	100%	85%	73%	-	100%	92%	92%	-
	CS _{DCO}	%	100%	95%	94%	-	100%	90%	55%	-
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	91%	60%	-	100%	91%	70%	-
	X _{MES}	%	100%	94%	101%	-	100%	99%	92%	-
	X _{MVES}	%	100%	96%	99%	-	100%	102%	102%	-
	X _{MIES}	%	100%	88%	107%	-	100%	93%	70%	-
	TOT _{DBO5C}	%	100%	96%	73%	-	100%	99%	97%	-
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	94%	59%	-	100%	96%	97%	-
	TKN	%	100%	101%	105%	-	100%	96%	102%	-
	S _{NH4}	%	100%	105%	104%	-	100%	104%	113%	-
	TP	%	100%	110%	104%	-	100%	98%	104%	-
	S _{PO4}	%	100%	75%	-	-	100%	120%	60%	-
Fractions	f _{CS_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,53	0,53	0,61	-	0,57	0,50	0,33	-
	f _{C₁S_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,48	0,47	0,36	-	0,56	0,50	0,40	-
	f _{X_{DCO}_X_{VSS}}	g XDCO/g MVES	1,74	1,75	1,74	-	2,11	2,37	2,72	-
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	22,1	20,6	16,9	-	22,5	23,8	21,3	-
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	146	125	112	-	150	157	140	-
	f _{X_{MVES}_X_{MES}}	g MVES/g MES	0,76	0,77	0,74	-	0,69	0,71	0,76	-
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,90	1,86	2,10	-	1,95	1,99	1,94	-
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{S_{PO4}_TP}	g PO4-P/g P	0,01	0,01	-	-	0,01	0,01	0,01	-
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,36	0,37	0,35	-	0,36	0,39	0,40	-

Tableau A3-28 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées de l'essai 4 de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St-Hyacinthe

Résultat	Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
			1	24	48	72	1	24	48	72
Valeurs mesurées	TOT _{DCO}	mg DCO/L	670	656	545	430	689	709	673	654
	TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	651	675	660	667	692	701	886	694
	TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	620	608	544	404	685	655	650	618
	CS _{DCO}	mg DCO/L	349	332	258	117	378	376	359	325
	C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	319	311	238	109	359	337	320	318
	X _{MES}	mg MES/L	263	262	287	248	251	241	281	247
	X _{MVES}	mg MVES/L	210	209	225	184	197	185	213	184
	X _{MIES}	mg MIES/L	53	53	62	64	54	56	68	63
	TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	338	334	273	162	340	337	325	317
	C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	168	142	113	29	158	156	151	139
	TKN	mg N/L	-	30,9	31,9	31,5	31	31	31	32
	S _{NH4}	mg NH4-N/L	9,2	9,7	10,6	11,4	13,4	12,4	13,1	10,9
	TP	mg P/L	-	4,9	4,5	4,8	4,7	4,8	4,6	4,7
	S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,04	0,09	0,03	0,07	0,62	0,08	0,23	0,05
% de Récupération	TOT _{DCO}	%	100%	98%	81%	64%	100%	103%	98%	95%
	TOT _{DCOacid.}	%	100%	104%	101%	102%	100%	101%	128%	100%
	TOT _{DCOultra}	%	100%	98%	88%	65%	100%	96%	95%	90%
	CS _{DCO}	%	100%	95%	74%	33%	100%	99%	95%	86%
	C ₁ S _{DCO}	%	100%	97%	74%	34%	100%	94%	89%	89%
	X _{MES}	%	100%	99%	109%	94%	100%	96%	112%	98%
	X _{MVES}	%	100%	100%	107%	88%	100%	94%	108%	93%
	X _{MIES}	%	100%	98%	117%	120%	100%	104%	127%	117%
	TOT _{DBO5C}	%	100%	99%	81%	48%	100%	99%	96%	93%
	C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	85%	68%	17%	100%	99%	96%	88%
	TKN	%	-	100%	103%	102%	100%	101%	101%	104%
	S _{NH4}	%	100%	105%	115%	124%	100%	93%	98%	81%
	TP	%	-	100%	93%	98%	100%	103%	98%	100%
	S _{PO4}	%	100%	225%	75%	175%	100%	13%	37%	8%
Fractions	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,52	0,51	0,47	0,27	0,55	0,53	0,53	0,50
	f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,48	0,47	0,44	0,25	0,52	0,48	0,47	0,49
	f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,67	1,65	1,37	1,75	1,67	2,01	1,66	1,83
	f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	-	21,2	17,1	13,7	22,3	22,6	21,6	20,3
	f _{DCO_TP}	g DCO/g P	-	135	120	90	148	148	148	140
	f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,80	0,80	0,78	0,74	0,79	0,77	0,76	0,74
	f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,98	1,97	1,99	2,65	2,03	2,11	2,07	2,06
	f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
	f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	-	0,02	0,01	0,01	0,13	0,02	0,05	0,01
	f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	-	0,31	0,33	0,36	0,43	0,40	0,42	0,34

Tableau A3-29 : Concentrations moyennes mesurées et % de récupération moyens des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St-Hyacinthe

Analyse		Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Concentration	Moyenne	TOT _{DCO}	mg DCO/L	627	597	522	414	639	646	617	580
		TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	623	624	631	612	646	653	691	631
		TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	621	569	509	389	624	600	595	552
		CS _{DCO}	mg DCO/L	328	306	257	111	360	337	289	289
		C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	302	282	208	102	348	322	286	282
		X _{MES}	mg MES/L	247	250	257	246	226	232	252	244
		X _{MVES}	mg MVES/L	190	193	198	187	168	174	180	184
		X _{MIES}	mg MIES/L	57	57	59	59	58	58	72	60
		TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	324	316	264	157	334	320	316	292
		C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	147	135	100	32	148	143	140	126
		TKN	mg N/L	31,1	30,6	31,0	31,6	31	30	30	31
		S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,8	11,3	13,5	12,1	12,8	11,4	12,0	11,5
		TP	mg P/L	4,6	4,7	4,5	4,7	4,6	4,7	4,6	4,6
		S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,07	0,05	0,02	0,07	0,36	0,09	0,11	0,06
% de récupération	Moyenne	TOT _{DCO}	%	100%	95%	83%	67%	100%	101%	96%	92%
		TOT _{DCOacid.}	%	100%	100%	101%	100%	100%	101%	107%	100%
		TOT _{DCOultra}	%	100%	92%	82%	65%	100%	96%	95%	91%
		CS _{DCO}	%	100%	94%	84%	52%	100%	92%	74%	65%
		C ₁ S _{DCO}	%	100%	95%	77%	53%	100%	91%	74%	64%
		X _{MES}	%	100%	101%	104%	101%	100%	103%	112%	105%
		X _{MVES}	%	100%	102%	105%	100%	100%	104%	107%	105%
		X _{MIES}	%	100%	101%	105%	107%	100%	100%	124%	107%
		TOT _{DBO5C}	%	100%	98%	81%	49%	100%	96%	94%	88%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	100%	92%	68%	22%	100%	96%	94%	91%
		TKN	%	100%	99%	100%	99%	100%	97%	99%	97%
		S _{NH4}	%	100%	105%	124%	114%	100%	92%	97%	77%
		TP	%	100%	101%	97%	98%	100%	102%	101%	102%
		S _{PO4}	%	100%	96%	41%	115%	100%	56%	50%	9%
	Écart type	TOT _{DCO}	%	0%	3%	6%	6%	0%	5%	10%	2%
		TOT _{DCOacid.}	%	0%	3%	5%	4%	0%	2%	14%	3%
		TOT _{DCOultra}	%	0%	6%	7%	2%	0%	3%	7%	3%
		CS _{DCO}	%	0%	2%	9%	28%	0%	4%	18%	30%
		C ₁ S _{DCO}	%	0%	3%	13%	28%	0%	1%	9%	32%
		X _{MES}	%	0%	6%	6%	6%	0%	6%	9%	7%
		X _{MVES}	%	0%	7%	7%	11%	0%	8%	5%	10%
		X _{MIES}	%	0%	15%	9%	11%	0%	6%	24%	12%
		TOT _{DBO5C}	%	0%	2%	9%	6%	0%	3%	9%	5%
		C ₁ S _{DBO5C}	%	0%	5%	12%	11%	0%	2%	18%	5%
		TKN	%	0%	6%	5%	4%	0%	5%	5%	10%
		S _{NH4}	%	0%	6%	25%	14%	0%	9%	29%	6%
		TP	%	0%	6%	5%	0%	0%	4%	5%	2%
		S _{PO4}	%	0%	88%	30%	85%	0%	48%	31%	1%

Tableau A3-30 : Fractions moyennes mesurées des quatre essais de l'évaluation de l'effet du délai d'analyse de l'affluent de St-Hyacinthe

Analyse		Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
				1	24	48	72	1	24	48	72
Fractions	Moyenne	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,52	0,51	0,49	0,27	0,56	0,52	0,47	0,50
		f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,48	0,47	0,40	0,24	0,55	0,50	0,47	0,49
		f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,71	1,63	1,59	1,67	1,75	1,89	1,88	1,61
		f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	19,8	19,5	16,8	12,3	21,0	21,8	20,4	18,7
		f _{DCO_TP}	g DCO/g P	134	127	116	82	140	139	134	124
		f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,77	0,77	0,77	0,76	0,74	0,75	0,72	0,75
		f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,94	1,89	1,99	2,67	1,91	2,02	1,96	1,99
		f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
		f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,02	0,01	0,01	0,01	0,08	0,02	0,02	0,01
		f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,36	0,37	0,43	0,38	0,42	0,38	0,40	0,38
	Écart type	f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,00	0,01	0,09	0,01	0,01	0,02	0,10	0,02
		f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,01	0,01	0,05	0,02	0,02	0,02	0,05	0,02
		f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	0,05	0,11	0,17	0,10	0,25	0,38	0,57	0,19
		f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	2,9	2,0	2,3	2,0	2,8	2,6	2,1	2,3
		f _{DCO_TP}	g DCO/g P	16	15	16	12	13	16	14	24
		f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,03	0,02	0,02	0,03	0,05	0,03	0,09	0,02
		f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	0,09	0,08	0,12	0,23	0,09	0,06	0,08	0,09
		f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	-	-	-	-	-	-	-	-
		f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,01	0,01	0,00	0,00	0,07	0,01	0,02	0,00
		f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,01	0,06	0,14	0,03	0,07	0,02	0,03	0,05

Comparaison des autoéchantillonneurs : Le Gardeur

Tableau A3-31 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculés de trois essais de comparaison des autoéchantillonneurs utilisés à Le Gardeur

Composante	Essai	1		2		3	
	Date d'analyse	2012-08-16		2012-08-29		2012-09-05	
	Unités	Autoéchantillonneur					
1		2	1	2	1	2	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	730	649	479	462	489	543
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	630	570	458	455	463	500
CS _{DCO}	mg DCO/L	238	241	172	173	172	165
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	126	126	-	-	115	111
X _{MES}	mg MES/L	282	316	216	206	211	235
X _{MVES}	mg MVES/L	254	281	192	181	190	213
X _{MIES}	mg MIES/L	28	34	23	24	20	22
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	265	264	220	218	239	230
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	204	235	204	199	192	203
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	43	44	28	73	136	140
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	45	41	24	73	99	144
TKN	mg N/L	25,6	36,4	33,0	35,0	36,4	33
S _{NH4}	mg NH4-N/L	16,7	-	-	-	18,1	19
TP	mg P/L	3,16	6,08	3,90	6,18	3,91	4,77
S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,13	-	-	-	1,84	1,81
Composante	Unités	% de récupération					
TOT _{DCO}	%	112%		104%		90%	
TOT _{DCOultra}	%	110%		101%		93%	
CS _{DCO}	%	99%		99%		104%	
C ₁ S _{DCO}	%	101%		-		104%	
X _{MES}	%	89%		105%		89%	
X _{MVES}	%	90%		106%		89%	
X _{MIES}	%	81%		96%		93%	
TOT _{DBO5}	%	100%		101%		104%	
TOT _{DBO5C}	%	87%		102%		95%	
C ₁ S _{DBO5}	%	100%		39%		97%	
C ₁ S _{DBO5C}	%	109%		33%		69%	
TKN	%	70%		94%		111%	
S _{NH4}	%	-		-		95%	
TP	%	52%		63%		82%	
S _{PO4}	%	-		-		102%	
Fractions	Unités	Autoéchantillonneur					
		1	2	1	2	1	2
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,33	0,37	0,36	0,38	0,35	0,30
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,17	0,19	-	-	0,24	0,20
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	2,37	1,86	-	-	1,97	2,03
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	28,5	17,8	14,5	13,2	13,4	16,5
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	231	107	123	75	125	114
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,90	0,89	0,89	0,88	0,90	0,91
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	3,58	2,77	2,34	2,32	2,55	2,68
f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,77	0,89	0,93	0,92	0,80	0,88
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,65	-	-	-	0,50	0,58
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,36	-	-	-	0,47	0,38

Tableau A3-32 : Concentrations moyennes mesurées, % de récupération et fractions moyens calculés de trois essais de comparaison des autoéchantillonneurs utilisés à Le Gardeur

Composante	Unités	Concentrations			
		Auto 1		Auto 2	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	316	245	551	101
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	280	258	508	64
CS _{DCO}	mg DCO/L	105	95	193	39
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	62	76	118	8
X _{MES}	mg MES/L	125	121	252	62
X _{MVES}	mg MVES/L	113	109	225	55
X _{MIES}	mg MIES/L	12	12	27	7
TOT _{DBO5}	mg DBO/L	131	153	237	23
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	99	131	212	23
C ₁ S _{DBO5}	mg DBO/L	97	55	86	47
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	69	43	86	29
TKN	mg N/L	21,0	21,8	34,8	0,8
S _{NH4}	mg NH4-N/L	9,5	12	19,0	-
TP	mg P/L	2,17	2,46	5,68	1,28
S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,17	0,95	1,81	-
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	%	102%		11%	
TOT _{DCOultra}	%	101%		9%	
CS _{DCO}	%	101%		3%	
C ₁ S _{DCO}	%	102%		2%	
X _{MES}	%	95%		9%	
X _{MVES}	%	95%		9%	
X _{MIES}	%	90%		8%	
TOT _{DBO5}	%	102%		2%	
TOT _{DBO5C}	%	95%		8%	
C ₁ S _{DBO5}	%	78%		34%	
C ₁ S _{DBO5C}	%	70%		38%	
TKN	%	92%		20%	
S _{NH4}	%	95%		-	
TP	%	66%		15%	
S _{PO4}	%	102%		-	
Fraction	Unités	Auto 1		Auto 2	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CS_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,35	0,02	0,35	0,04
f _{C₁S_{DCO}_DCO}	g DCO/g DCO	0,20	0,04	0,20	0,01
f _{X_{DCO}_X_{VSS}}	g X _{DCO} /g MVES	2,17	0,29	1,94	0,12
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	18,8	8,4	15,8	2,4
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	160	62	98	21
f _{X_{MVES}_X_{MES}}	g MVES/g MES	0,90	0,01	0,89	0,01
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,82	0,66	2,59	0,24
f _{DBO5C_DBO5}	g DBO5/g DBO5	0,83	0,08	0,90	0,02
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,57	0,11	0,58	-
f _{S_{PO4}_TP}	g PO4-P/g P	0,41	0,08	0,38	-

Comparaison des autoéchantillonneurs : St-Hyacinthe

Tableau A3-33 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculés de quatre essais de comparaison des autoéchantillonneurs utilisés à St-Hyacinthe

Composante	Essai	1			2			3			4		
	Date d'analyse	2013-09-04			2013-08-15			2013-11-05			2013-11-06		
	Unités	Autoéchantillonneur											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
TOT _{DCO}	mg DCO/L	449	373	403	443	433	442	448	465	506	448	451	453
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	336	332	350	435	407	410	-	-	-	-	-	-
CS _{DCO}	mg DCO/L	157	146	188	234	209	220	195	207	194	166	179	172
C _{1S} _{DCO}	mg DCO/L	151	139	165	223	198	202	-	-	-	158	166	152
X _{MES}	mg MES/L	255	240	261	159	208	210	198	223	217	216	210	192
X _{MVES}	mg MVES/L	201	185	201	116	154	152	147	168	156	161	154	141
X _{MES}	mg MIES/L	55	55	61	43	54	58	51	55	61	55	56	52
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	199	200	207	240	221	228	248	245	257	221	213	193
C _{1S} _{DBO5C}	mg DBO/L	74	73	85	93	83	86	101	111	102	59	70	80
TKN	mg N/L	21,7	21,4	21,1	21,3	22,0	21,2	26,5	27,5	32,3	25,6	29,4	26,5
S _{NH4}	mg NH4-N/L	8,24	8,16	7,94	8,72	7,61	8,48	13,1	13,7	13,5	10,9	11,9	11,6
TP	mg P/L	3,12	3,16	3,02	3,77	3,55	3,58	4,77	4,64	5,39	4,02	4,72	4,1
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,11	0,05	0,68	0,21	0,07	0,22	1,14	1,34	1,09	0,69	0,88	0,78
Composante	Unités	% de récupération (Autoéchantillonneur n/n)											
		1/2	1/3	2/3	1/2	1/3	2/3	1/2	1/3	2/3	1/2	1/3	2/3
TOT _{DCO}	%	120%	111%	92%	102%	100%	98%	96%	89%	92%	99%	99%	99%
TOT _{DCOultra}	%	101%	96%	95%	107%	106%	99%	-	-	-	-	-	-
CS _{DCO}	%	108%	84%	78%	112%	106%	95%	94%	101%	107%	93%	96%	104%
C _{1S} _{DCO}	%	109%	91%	84%	112%	110%	98%	-	-	-	95%	104%	110%
X _{MES}	%	107%	98%	92%	77%	76%	99%	89%	91%	103%	103%	113%	109%
X _{MVES}	%	109%	100%	92%	75%	76%	102%	88%	94%	107%	105%	114%	109%
X _{MES}	%	100%	91%	91%	81%	74%	92%	92%	83%	90%	98%	107%	109%
TOT _{DBO5C}	%	99%	96%	96%	108%	105%	97%	101%	97%	95%	103%	114%	111%
C _{1S} _{DBO5C}	%	102%	87%	86%	112%	108%	96%	92%	99%	108%	84%	74%	89%
TKN	%	101%	103%	101%	97%	100%	104%	96%	82%	85%	87%	97%	111%
S _{NH4}	%	101%	104%	103%	115%	103%	90%	96%	97%	101%	92%	94%	103%
TP	%	99%	103%	105%	106%	105%	99%	103%	88%	86%	85%	98%	115%
S _{PO4}	%	220%	16%	7%	300%	95%	32%	85%	105%	123%	78%	88%	113%
Fractions	Unités	Autoéchantillonneur											
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,35	0,39	0,47	0,53	0,48	0,50	0,44	0,45	0,38	0,37	0,40	0,38
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,34	0,37	0,41	0,50	0,46	0,46	-	-	-	0,35	0,37	0,33
f _{DCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,48	1,26	1,19	1,90	1,52	1,58	-	-	-	1,80	1,85	2,14
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	20,7	17,4	19,1	20,8	19,7	20,8	16,9	16,9	15,7	17,5	15,3	17,1
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	144	118	134	118	122	123	94	100	94	111	96	111
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,79	0,77	0,77	0,73	0,74	0,72	0,74	0,75	0,72	0,74	0,73	0,73
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	2,26	1,87	1,95	1,85	1,95	1,94	1,81	1,90	1,97	2,03	2,11	2,35
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,04	0,02	0,23	0,06	0,02	0,06	0,24	0,29	0,20	0,17	0,19	0,19
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,38	0,38	0,38	0,41	0,35	0,40	0,49	0,50	0,42	0,43	0,40	0,44

Tableau A3-34 : Concentrations moyennes mesurées, % de récupération et fractions moyens calculés de quatre essais de comparaison des autoéchantillonneurs utilisés à St-Hyacinthe

Composante	Unités	Auto 1		Auto 2		Auto 3	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	447	2	430	41	451	42
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	386	70	369	53	380	42
CS _{DCO}	mg DCO/L	188	35	185	29	194	20
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	177	40	168	30	173	26
X _{MES}	mg MES/L	207	40	220	15	220	29
X _{MVES}	mg MVES/L	156	35	165	15	162	26
X _{MIES}	mg MIES/L	51	6	55	1	58	4
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	227	22	220	19	221	28
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	82	19	84	18	88	10
TKN	mg N/L	23,8	2,7	25,1	4,0	25,3	5,3
S _{NH4}	mg NH4-N/L	10,24	2,23	10,34	2,94	10,38	2,63
TP	mg P/L	3,92	0,68	4,02	0,78	4,02	1,01
S _{PO4}	mg PO4-P/L	0,54	0,47	0,59	0,63	0,69	0,36
Composante	Unités	% de récupération					
		Auto1/Auto2		Auto1/Auto3		Auto2/Auto3	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	%	105%	11%	100%	9%	95%	4%
TOT _{DCOultra}	%	104%	4%	101%	7%	97%	3%
CS _{DCO}	%	102%	10%	97%	10%	96%	13%
C ₁ S _{DCO}	%	105%	9%	102%	10%	97%	13%
X _{MES}	%	94%	14%	94%	15%	101%	7%
X _{MVES}	%	94%	16%	96%	16%	103%	8%
X _{MIES}	%	93%	9%	89%	14%	96%	9%
TOT _{DBO5C}	%	103%	4%	103%	9%	100%	7%
C ₁ S _{DBO5C}	%	97%	12%	92%	15%	95%	10%
TKN	%	95%	6%	95%	9%	100%	11%
S _{NH4}	%	101%	10%	99%	5%	99%	6%
TP	%	98%	9%	99%	8%	101%	12%
S _{PO4}	%	171%	108%	76%	41%	69%	58%
Fractions	Unités	Autoéchantillonneur					
		1		2		3	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,42	0,08	0,43	0,04	0,43	0,06
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,40	0,09	0,40	0,05	0,40	0,06
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,73	0,22	1,54	0,29	1,64	0,48
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	19,0	2,1	17,3	1,8	18,2	2,3
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	117	21	109	13	115	17
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,75	0,02	0,75	0,02	0,74	0,02
f _{DCO_DBO5C}	g DCO/g DBO5	1,99	0,21	1,96	0,11	2,05	0,20
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,13	0,10	0,13	0,13	0,17	0,07
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,43	0,05	0,41	0,07	0,41	0,03

Effet de la congélation et de l'acidification sur la conservation de la DBO₅C

Tableau A3-35 : Concentrations mesurées et % de récupération calculés de cinq essais de l'évaluation de l'effet de la congélation sur la conservation de la DCO₅C de l'affluent de St-Hyacinthe.

Composante	Essai	1		2		3		4		5	
	Date d'analyse	2013-11-05		2013-11-05		2013-11-06		2013-11-05		2013-11-06	
	Unités	C _i	C _f	C _i	C _f	C _i	C _f	C _i	C _f	C _i	C _f
TOTcDBO ₅	mg/L	343	340	248	188	245	244	193	152	221	158
C1ScDBO ₅	mg/L	186	160	101	78	111	89	80	79	59	76
% de récupération											
TOTcDBO ₅	%	99%		76%		100%		79%		71%	
C1ScDBO ₅	%	86%		77%		80%		99%		129%	

C_i : Concentration mesurée avant congélation

C_f : Concentration mesurée après congélation

Tableau A3-36 : Concentrations mesurées et % de récupérations calculés de quatre essais de l'évaluation de l'effet de l'acidification sur la conservation de la DBO₅C de l'affluent de St-Hyacinthe.

ESSAI 1: Dates d'analyses: 2013-11-11 à 2013-11-14									
Paramètre	Unité	Délai non réfrigéré (h)				Délai réfrigéré (h)			
		1	24	48	72	1	24	48	72
Concentration									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	153	142	128	68	173	166	147	135
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	136	149	128	99	147	152	133	124
% de récupération									
TOT _{DBO5C}	%	100%	93%	84%	45%	100%	96%	85%	78%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	100%	110%	94%	72%	100%	104%	90%	84%
Essai 2-Dates d'analyses: 2013-11-19 à 2013-11-22									
Concentration									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	202	187	127	97	209	182	173	164
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	167	167	154	155	149	174	172	161
% de récupération									
TOT _{DBO5C}	%	100%	92%	63%	48%	100%	87%	82%	78%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	100%	100%	93%	93%	100%	116%	115%	108%
Essai 3- Dates d'analyses: 2013-12-06 à 2013-12-09									
Concentration									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	277	234	186	211	258	222	259	248
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	213	191	198	217	194	190	195	221
% de récupération									
TOT _{DBO5C}	%	100%	84%	67%	76%	100%	86%	100%	96%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	100%	90%	93%	102%	100%	98%	101%	114%
Essai 4-Dates d'analyses: 2013-12-10 à 2013-12-13									
Concentration									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	300	282	191	193	284	308	282	306
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	227	223	235	213	232	230	219	227
% de récupération									
TOT _{DBO5C}	%	100%	94%	64%	64%	100%	108%	99%	107%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	100%	98%	104%	94%	100%	99%	95%	98%
Concentration Moyennes									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	233	211	158	142	231	220	215	213
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	186	182	179	171	180	186	180	183
Concentration écarts types									
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	68	61	35	70	50	64	66	78
TOT _{DBO5C} acidifié	mg DBO/L	42	32	47	56	40	33	37	50
% de récupération moyens									
TOT _{DBO5C}	%	100%	94%	64%	64%	100%	108%	99%	107%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	100%	98%	104%	94%	100%	99%	95%	98%
% de récupération écarts types									
TOT _{DBO5C}	%	0%	4%	10%	15%	0%	10%	9%	14%
TOT _{DBO5C} acidifié	%	0%	8%	5%	13%	0%	8%	11%	13%

Comparaison avec les données de la StaRRE de Saint-Hyacinthe

Tableau A3-37: Comparaison des concentrations de TOT_{DBO5C} , TOT_{DCO} , X_{MES} , X_{MVES} de 12 échantillons d'affluent analysés à la StaRRE de Saint-Hyacinthe (STEP) avec les données d'analyses du laboratoire d'École Polytechnique (LABO)

Date de prélèvement	TOT_{DBO5C}			TOT_{DCO}			X_{MES}			X_{MVES}		
	STEP	LABO	% Récup	STEP	LABO	% Récup	STEP	LABO	% Récup	STEP	LABO	% Récup
	mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	%
2013-07-30	326	297	110%	621	547	114%	184	210	88%	154	150	103%
2013-08-06	295	352	84%	611	644	95%	228	234	97%	186	177	105%
2013-08-20	293	346	85%	589	675	87%	248	203	122%	176	143	123%
2013-08-29	260	340	76%	514	689	75%	128	259	49%	108	199	54%
2013-08-15	241	240	100%	370	443	84%	76	159	48%	50	116	43%
2013-09-04	169	199	85%	326	449	73%	196	255	77%	136	201	68%
2013-11-05	101	248	41%	220	448	49%	118	198	60%	92	147	63%
2013-11-06	78	221	35%	226	448	50%	54	216	25%	40	161	25%
2013-11-11	113	173	65%	302	393	77%	158	180	88%	134	138	97%
2013-11-19	118	209	56%	272	418	65%	44	140	31%	12	105	11%
2013-12-06	183	258	71%	375	504	74%	148	165	90%	116	118	98%
2013-12-10	199	284	70%	445	588	76%	154	194	79%	114	145	79%

Évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage St-Hyacinthe campagne Automne 2013

Tableau A3-38 : Concentrations mesurées, % de récupération et fractions calculées moyennes des quatre essais de l'évaluation de l'effet de la température d'échantillonnage de l'affluent de St-Hyacinthe

Composante	Unités	Concentration			
		Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
TOT _{DCO}	mg DCO/L	476	89	486	127
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	-	-	-	-
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	-	-	-	-
CS _{DCO}	mg DCO/L	269	94	230	68
C ₁ S _{DCO}	mg DCO/L	226	82	181	66
X _{MES}	mg MES/L	170	23	201	47
X _{MVES}	mg MVES/L	126	19	158	36
X _{MIES}	mg MIES/L	43	6	43	11
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	231	50	233	68
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	180	40	186	42
TKN	mg N/L	23,3	3,5	24,2	4,3
S _{NH4}	mg NH4-N/L	11,8	1,9	10,7	2,4
TP	mg P/L	4,12	0,84	4,21	0,97
S _{PO4}	mg PO4-P/L	1,13	0,36	0,64	0,40
Composante	Unités	% de récupération			
		Moyenne		Écart type	
TOT _{DCO}	mg DCO/L	101%		9%	
TOT _{DCOacid.}	mg DCO/L	-		-	
TOT _{DCOultra}	mg DCO/L	-		-	
CS _{DCO}	mg DCO/L	87%		10%	
S _{DCO}	mg DCO/L	80%		3%	
X _{MES}	mg MES/L	118%		24%	
X _{MVES}	mg MVES/L	125%		29%	
X _{MIES}	mg MIES/L	98%		13%	
TOT _{DBO5C}	mg DBO/L	99%		9%	
C ₁ S _{DBO5C}	mg DBO/L	103%		9%	
TKN	mg N/L	104%		12%	
S _{NH4}	mg NH4-N/L	90%		9%	
TP	mg P/L	102%		4%	
S _{PO4}	mg PO4-P/L	51%		22%	
Fraction	Unités	Réfrigéré		Non-Réfrigéré	
		Moyenne	Écart type	Moyenne	Écart type
f _{CSDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,55	0,11	0,47	0,55
f _{C1SDCO_DCO}	g DCO/g DCO	0,46	0,10	0,37	0,46
f _{XDCO_XVSS}	g XDCO/g MVES	1,99	0,13	1,94	1,99
f _{DCO_TKN}	g DCO/g N	20,5	2,9	19,9	20,5
f _{DCO_TP}	g DCO/g P	116	8	115	116
f _{XMVES_XMES}	g MVES/g MES	0,74	0,02	0,79	0,74
f _{DCO_DBO5C}	g DBO5/g DBO5	2,07	0,14	2,12	2,07
f _{SPO4_TP}	g PO4-P/g P	0,27	0,06	0,14	0,27
f _{NH4_TKN}	g NH4-N/g N	0,51	0,03	0,44	0,51